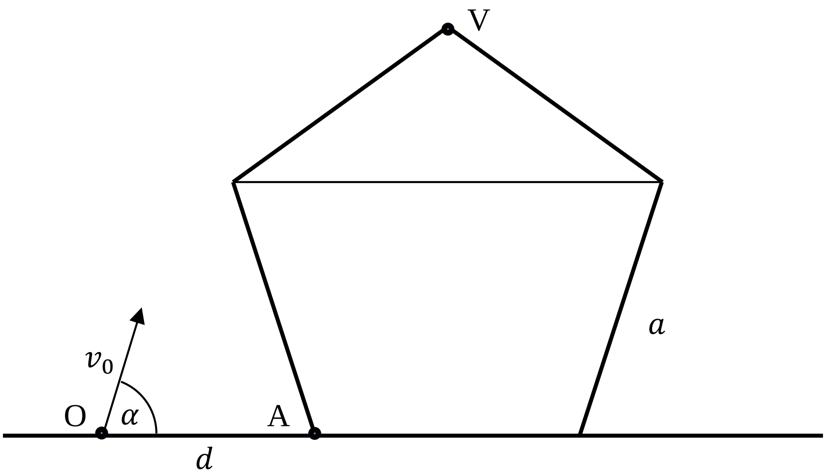
62. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2020/2021
kategória A – celoštátne kolo
Texty úloh v maďarskom jazyku

1. Ferdehajítás

A család hétvégi háza vízszintes sík terepen áll. Függőleges keresztmetszete egy a oldalhosszúságú szabályos ötszög (A–1 ábra). A kisfiú kapott egy rúgós játékágyút, agyag golyócskákat lehetett belőle kilőni. Az ágyúcső α dőlésszögét állítani lehetett a 0° és 90° tartományban.

A kisfiú át akarta lőni az agyaggolyócskákat – a ház felett – a másik oldalra.



A–1 ábra

a) A játékágyút először függőlegesen felfelé irányította, elsütötte, és megmérte mennyi idő telt el (t_1), míg a golyó visszaesett a talajra. Mekkora volt a golyó v_{01} kezdeti sebessége, és mekkora h_1 magasságba repült? Hasonlítsd össze a h_1 magasságot a ház V csúcsának h_V magasságával!

Ezután, a házfal A pontjától mért különböző d távolságból próbálta kilőni a golyókat úgy, hogy a V csúcs felett repülve a ház túloldalára kerüljenek.

b) Határozzák meg a golyó v_0 kezdeti sebességét, mint a d távolság függvényét, hogy a golyócska pályájának legmagasabb pontja a V csúcs közvetlen közelében legyen – g és h_V értékei adottak!

c) Határozzák meg a v_0 kezdeti sebesség legkisebb $v_{0\mathrm{m}}$ értékét (a hozzá tartozó d_m és α_m értékekkel együtt), amelynél a golyó átrepül a ház felett a másik oldalra, miközben a pályájának legmagasabb pontja közvetlenül a V csúcs felett van!

d) Adjanak választ (a számításaikból kiindulva) a következő kérdésre: átlőheti-e a kisfiú az agyaggolyócskáit a ház tetője felett a másik oldalra!

Tételezzék fel, hogy a kilövés a vízszintes talaj magasságában történik, és a légellenállás elhanyagolhatóan kicsi! A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $a = 6{,}5\ \mathrm{m}$, $t_1 = 3{,}5\ \mathrm{s}$, $g = 9{,}8\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$!

2. Zuhanás mágneses térben

Egy m tömegű és $q > 0$ elektromos töltésű részecske homogén vízszintes (z) irányú $\boldsymbol{B}$ indukciójú és homogén függőleges (y) irányú $\boldsymbol{g}$ intenzitású mágneses térben van. A részecskét egy adott pillanatban elengedjük, és hagyjuk zuhanni a kezdeti nyugalmi állapotából.

a) Készítsenek vázlatos rajzot, amelyben felvázolják a részecske pályáját! Rajzolják be (a pálya egy megfelelően választott pontján) a részecskére ható erők vektorjait! Írják körül, kvalitatív elgondolásokból kiindulva, hogy milyen mozgást várnak el a részecskétől, miután elengedték!

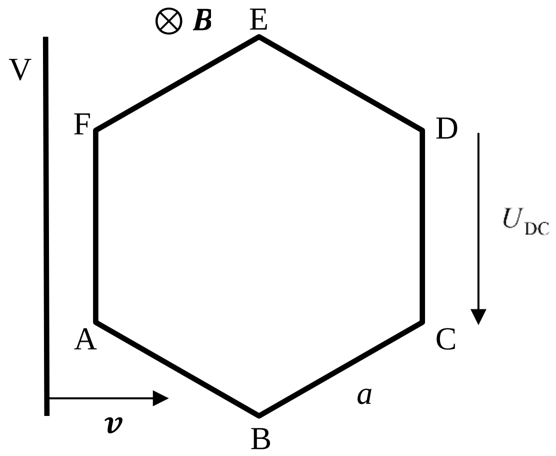
b) Adják meg a részecske mozgásegyenletét a vízszintes (x) és függőleges (y) irányban, valamint adják meg a gyorsulásának és sebességének vízszintes és függőleges összetevőit! Határozzák meg a részecske x és y koordinátáinak időbeli függését! Bizonyítsák, hogy a részecske pályája ismétlődő, azonos, görbe pályaszakaszok sorozatából áll! Határozzák meg az egyik ilyen szakaszon való áthaladás T idejét, a pályaszakasz vízszintes irányú L hosszát, valamint a kezdeti helyzetéhez viszonyított legnagyobb függőleges y_{m} kitérését!

c) Rajzolják le, közelítőleg (de a mozgásegyenletek megoldásából kiindulva), a részecske pályájának alakját,!

Megjegyzés: az $\ddot{y} + by = c$ *differenciálegyenlet általános megoldása*

$$y = A\sin(\omega t + \alpha) + D.$$

3. Mágneses indukció



A–2 ábra

Az a oldalhosszúságú szabályos hatszög alakú zárt hurok vízszintes síkjára merőleges homogén mágneses mező (A-2 ábra) mágneses indukciója $\boldsymbol{B}$. A hurok síkjában egyenletesen mozog a hurok AF oldalával párhuzamos V vezető (hossza $l > 2a$). A V vezető $\boldsymbol{v}$ sebessége merőleges az AF oldalra. Amint a V vezető érintkezésbe lép a hurokkal, elektromosan összeköti az ABC oldalon és FED oldalon lévő érintkezési pontokat, két hurkot létrehozva ezzel.

a) Vezessék le a V vezető haladó mozgását bebiztosító külső F erőt, mint a V vezető x elmozdulásának függvényét az AF és BE pozíciók közti tartományra! Határozzák meg F értékét a megadott tartomány két végén!

b) Vezessék le a D és C csúcsok közti U_{DC} feszültséget, valamint az A és F csúcsok közti U_{AF} feszültséget, mint a V vezető x elmozdulásának függvényeit az AF és BE pozíciók közti tartományra! Határozzák meg a feszültségek értékeit, amikor a V vezető a tartomány egyik, majd másik végén van!

c) Határozzák meg a rendszer vezetőiben felszabaduló P hőteljesítményt, mint a V vezető x elmozdulásának függvényét az AF és BE pozíciók közti tartományra! Határozzák meg a P teljesítmény értékeit a tartomány két végén!

Tételezzék fel, hogy a hurok és a V vezető hosszegységre eső r ellenállása állandó! Tételezzék fel, hogy a V vezető és a hurok közt fellépő súrlódási ellenállás elhanyagolhatóan kicsi!

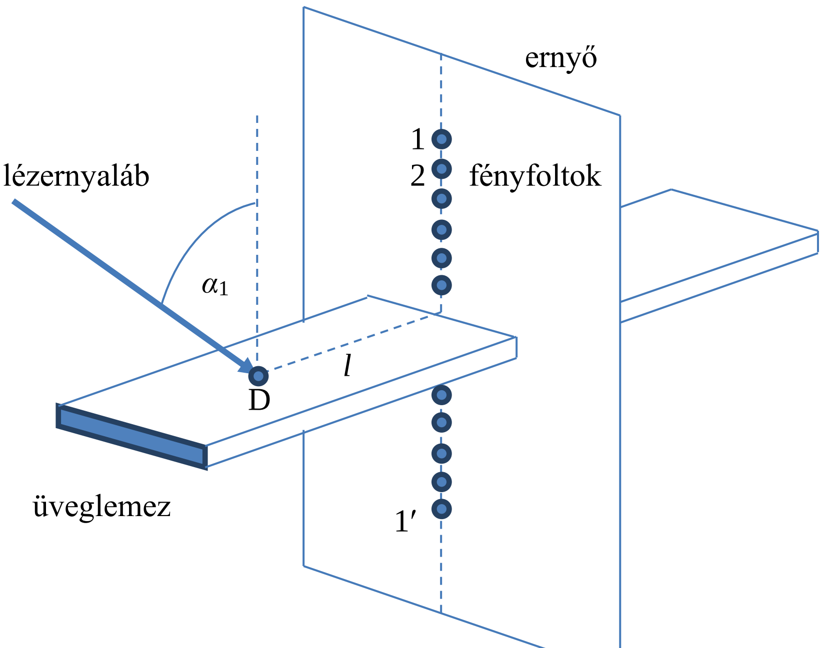
A feladatot oldják meg általánosan, majd a következő értékekre: $a = 25$ cm, $B = 70$ mT, $v = 0{,}74\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$, $r = 5{,}7\ \mathrm{m\Omega\cdot m^{-1}}$.

4. Fényvisszaverődés üveglemezen

A fény elektromágneses hullám, mező, amelyet minden pontjában a mező $\boldsymbol{E}$ elektromos intenzitása és $\boldsymbol{H}$ mágneses intenzitása jellemez. Mindkét vektor merőleges a hullám terjedésének irányára. Ha a tér egy kiválasztott pontjában a hullám elektromos intenzitásának $\boldsymbol{E}$ vektorja egy irányban rezeg, azt mondjuk, hogy a fény lineárisan polarizált, lineárisan poláros. A síkot, amelyet a fény terjedési iránya és az $\boldsymbol{E}$ vektor határoz meg, a polarizáció síkjának nevezzük. Amikor a fény optikai közeg határára esik, a polarizáció síkja nem feltétlenül esik egybe a beesési síkkal. Általánosan, az $\boldsymbol{E}$ elektromos intenzitás beesési síkban fekvő komponensét $\boldsymbol{E}_\parallel$-vel, míg a beesési síkra merőleges komponensét $\boldsymbol{E}_\perp$-vel jelöljük. Az előbbit ($\boldsymbol{E}_\parallel$) szokás párhuzamos komponensnek, ill. p-hullámnak, az utóbbit ($\boldsymbol{E}_\perp$) pedig merőleges komponensnek, ill. s-hullámnak nevezni. E két komponens eltérő intenzitással verődik vissza egy határfelületről. Az $\boldsymbol{E}_\perp$ komponens visszaverési tényezőjét jelöljük $R_\perp$-vel, az $\boldsymbol{E}_\parallel$ komponensét $R_\parallel$-vel. Mindkét visszaverési tényező a visszavert és beeső fény intenzitásának aránya. A visszaverési tényezők függését a beesési szögtől az ún. Fresnel-formulák adják meg:

$$R_\perp = \left[\frac{n_1\cos\alpha - n_2\cos\beta}{n_1\cos\alpha + n_2\cos\beta}\right]^2, \quad R_\parallel = \left[\frac{n_2\cos\alpha - n_1\cos\beta}{n_2\cos\alpha + n_1\cos\beta}\right]^2, \tag{1}$$

ahol n_1 azon közeg törésmutatója, ahonnan a fény a határrétegre esik, n_2 pedig a határréteg másik oldalán levő közeg törésmutatója, ahová a fény törik; α a beesési szög, β pedig a törési szög. A határréteg áteresztési tényezőire érvényes, hogy $T_\perp = 1 - R_\perp$, $T_\parallel = 1 - R_\parallel$.



A–3 ábra

a) A lineárisan polarizált lézernyaláb α szög alatt esik az n törésmutatójú üveglemezre. Mutassák meg, hogy létezik olyan α_1 beesési szög, amelynél a polarizált fény egyik komponense nem verődik vissza! Határozzák meg, melyik komponensről van szó, és vezessék le az α_1 szöget kifejező összefüggést! Számítsák ki α_1 értékét kvarcüvegre ($n = 1{,}544$)!

b) Határozzák meg az $R_\perp$ és $R_\parallel$ visszaverési tényezőket a levegőből az üveglemez felső határfelületére α_1 szög alatt eső fénynyalábra, majd a tört fénynyalábra, amely az üvegből esik az üveglemez alsó határfelületére! Határozzák meg a fénynyaláb $T_\parallel$ áteresztési tényezőjét az üveglemezre!

Egy ernyőt telepítünk, merőlegesen az üveglemezre és a fénynyaláb beesési síkjára (A–3 ábra). A lineárisan polarizált lézernyaláb az α_1 szög (lásd az a) részfeladatot) alatt esik az üveglemez felületén lévő D pontba – ennek távolsága az ernyőtől l. Az ernyőn egy fényfoltokból álló sorozat jelenik meg.

c) Írják le, hogyan néz ki a fényfoltokból álló sorozat a beeső lineárisan polarizált lézernyaláb merőleges komponense esetén, és hogyan a párhuzamos komponense esetén! Határozzák meg a szomszédos fényfoltok közepe közti d_1 távolságot, és az egymástól legtávolabb eső két fényfolt közepe közti d_2 távolságot!

d) Határozzák meg a szomszédos fényfoltok fényességének p_1 arányát az ernyő üveglemez feletti és alatti részén, valamint az 1 és 1'fényfoltok fényességének p_2 arányát (lásd az A–3 ábrát)!

62. ročník Fyzikálnej olympiády – *Teoretické úlohy celoštátneho kola kategórie A*

Autor návrhov úloh:	Ľubomír Konrád (1,3,4), Patrik Lamoš (2)
Úprava úloh a riešení:	Ivo Čáp
Recenzia:	Aba Teleki, Ľubomír Mucha
Preklad textov úloh do maďarského jazyka:	Aba Teleki
Redakcia:	Ivo Čáp
Vydal:	Slovenská komisia fyzikálnej olympiády IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2021