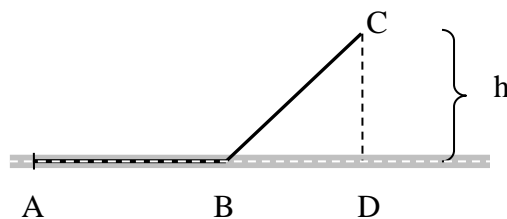


**Fizika (BI) és Fizikai alapismeretek (BF) – feladatsor**  
**(GEFIT010-B2 és GEFIT040-B2) - 2025**

1. Egy követ  $h = 125\text{m}$  magasról kezdősebesség nélkül leejtünk. Ezután 1 másodperccel utána dobunk egy másik követ függőlegesen lefelé irányuló  $v_0$  kezdősebességgel. Mekkora legyen  $v_0$ , hogy pontosan egyszerre érjenek földet?  
(Megoldás:  $11,25\text{ m/s}$ )
2. Állandó gyorsulással haladó test pályájának egy  $10\text{ m}$ -es szakaszát  $1,06\text{ s}$  alatt, az ezt követő, ugyancsak  $10\text{ m}$  hosszú szakaszt pedig  $2,20\text{ s}$  alatt futja be. Számítsuk ki a test gyorsulását. Mekkora a sebessége az első szakasz kezdőpontjában?  
( $a = -3\text{ m/s}^2$ ,  $v_0 = 11,024\text{ m/s}$ )
3. Vízszintes szállítószalagról a szén egy  $5\text{m}$ -rel mélyebben, vízszintes irányban  $3\text{m}$  távolságra álló csillébe hullik. Mekkora a szalag sebessége?  
( $3\text{ m/s}$ )
4. Egy testet egy  $15\text{m}$  magas toronyból  $20\text{m/s}$  nagyságú, a vízszintessel  $30^\circ$ -os szöget bezáró, ferdén lefelé mutató kezdősebességgel eldobunk. Mennyi idő múlva ér földet a test és a torony tővétől milyen távol?  
( $1\text{s}$ ,  $17,32\text{m}$ )
5. Egy testet  $25\text{m/s}$  nagyságú, a vízszintessel  $60^\circ$ -os szöget bezáró kezdősebességgel elhajítunk. Mikor ér pályája tetőpontjára? Hol és mikor ér újra földet a test?  
( $t_1 = 2,165\text{ s}$ ,  $x = 54,12\text{m}$ )
6. A vízszinteshez képest milyen szögben kell eldobnunk egy pontszerű testet, hogy a lehető legmesszebb essen le. (A közegellenállást elhanyagoljuk.)  
( $45^\circ$ )
7. Két hegyi falu közötti autóbusszjáraton a buszok átlagsebessége egyik irányban  $30\text{ km/óra}$ , a másik irányban  $60\text{ km/óra}$ . Mekkora az átlagsebesség egy teljes fordulót figyelembe véve? Mi lenne akkor az átlagsebesség, ha a busz egy órán át menne  $30$ , egy órán át pedig  $60\text{ km/h}$  sebességgel?
8. Egy motorkerékpáros az ábra szerinti A pontból a C pontba kíván eljutni. Sebessége az úton (A és D között)  $v_1 = 50\text{ km/h}$ , a mezőn  $v_2 = 25\text{ km/h}$ . Melyik B pontnál kell letérnie a műútról, hogy A-ból C-be a legrövidebb idő alatt érjen? (Legyen  $x$  az A és a B távolsága,  $d = 4\text{ km}$  pedig az A és a D távolsága,  $h = 3\text{ km}$ )  
( $x = 2,268\text{ km}$ )



9. Egy villamos a megállóból  $2\text{ m/s}^2$  gyorsulással indulva  $5\text{ s}$ -ig egyenletesen változó mozgást végez, majd állandó sebességgel halad tovább. Az indulás pillanatában a vége A-ban van. Egy ember  $5\text{ m/s}$  állandó sebességgel egyenes vonalban fut a villamos után, és a jármű végét éppen eléri. Amikor a villamos elindult, az ember B-ben volt, A-tól  $10\text{ m}$  távolságban. Mennyi idő múlva éri el a villamost és milyen irányban futott?  
( $2,236\text{ s}$ ,  $26,56^\circ$ )
10. Két országút merőlegesen keresztezi egymást. Az egyikben  $60\text{ km/h}$ , a másikon  $40\text{ km/h}$  sebességgel halad egy-egy autó a kereszteződés felé. Amikor a gyorsabb autó távolsága a kereszteződéstől  $200\text{ m}$ , akkor a másiké  $500\text{ m}$ . Mikor kerül legközelebb egymáshoz a két jármű, és mekkora a minimális távolság?  
( $22,15\text{ s}$ ,  $305\text{ m}$ )
11. Ugyanazon kör alakú versenypályán ugyanonnan indul két játékautó, de a gyorsabb  $1\text{s}$ -mal hamarabb. A lassabb indulása után  $2\text{s}$ -mal vannak először a kör átelénes pontján,  $6\text{s}$ -mal utána pedig a gyorsabb lekörözi a lassabbat. Mekkora a szögsebességek? Ha  $10/\pi\text{ m}$  a pálya sugara, mekkora a sebességek?  
( $2,5$  és  $5\text{ m/s}$ )

12. 12 óra után mikor lesz egymásra merőleges az óra kis- és nagymutatója? (16min 21,8 s)

13. Egy pont egy 10m sugarú körön nyugalomból indulva  $2 \text{ m/s}^2$  tangenciális gyorsulással egyenletesen változó mozgást végez. Mekkora a pont sebessége, gyorsulása, szögsebessége és szöggyorsulása 10s-mal az indulás után? Mennyi utat tett meg eddig a pont?

14. Motorkerékpáros  $r = 20 \text{ m}$  sugarú körpályán kezdősebesség nélkül indulva egyenletes gyorsul  $t_1 = 4$  s-ig. Ezalatt  $s_1 = 9,6 \text{ m}$  utat tesz meg. Mekkora a gyorsulása a  $t_1$  pillanatban? ( $1,66 \text{ m/s}^2$ )

15. Síkmozgást végző pont koordinátái a következőképpen függnek az időtől:  $x(t) = a \sin \omega t$ , illetve  $y(t) = b \cos \omega t$ , ahol  $a = 4 \text{ cm}$ ,  $b = 3 \text{ cm}$ , és  $\omega$  állandó. Határozzuk meg a pálya egyenletét, majd ábrázoljuk a pályagörbét.

16. Síkmozgást végző pont koordinátái a következőképpen függnek az időtől:  $x(t) = a \sin \omega t$ , illetve  $y(t) = b \sin(2\omega t + \pi/2)$ ,  $a = 4 \text{ cm}$ ,  $b = 3 \text{ cm}$ ,  $\omega$  állandó. Határozzuk meg a pálya  $y = f(x)$  alakú egyenletét, majd ábrázoljuk a pályagörbét.

17. Álló vízben  $6 \text{ m/s}$  kezdősebességgel indított, majd magára hagyott csónak sebessége 69s eltelt idő alatt  $3 \text{ m/s}$ -ra csökken. A víz ellenálló ereje a test sebességével arányos. Hogyan változik a csónak által befutott út az idő függvényében?

18. A  $10 \text{ kg}$  tömegű P pont az x tengelyen mozog. Két erő hat rá: az egyik az 0 kezdőpont felé mutat és OP-vel arányos, az arányossági tényező  $250 \text{ N/m}$ : a másik a pont sebességével arányos és azzal ellentétes irányú, az arányosság tényezője  $60 \text{ Ns/m}$ . Kezdetben P abszcisszája  $8 \text{ m}$ , sebessége pedig zérus. Hogyan változik a pont x koordinátája az idő függvényében?

19. A  $10 \text{ kg}$  tömegű P tömegpont a rögzített C centrumtól való távolságával arányos visszatérítő erő hatására lineáris rezgést végez, C-től  $1 \text{ m}$  távolságban az erő nagysága  $20 \text{ N}$ . A tömegpontot körülvevő közeg ellenállóereje a pont sebességével arányos. Kezdetben a test sebessége zérus. A CP távolság három teljes rezgés után a kezdeti értéknek csak az  $1/10$ -e. Mekkora a periódusidő? (4,476 s)

20. Az  $1 \text{ kg}$  tömegű anyagi pont koordinátái az időnek a következő függvényei

$$x = 2t^2 + 3t, \quad y = t^2 + 2, \quad z = 2t + 1.$$

a) Határozza meg a tömegpont sebességét és gyorsulását, mint az idő függvényét!

b) Adja meg a tömegpontra ható erő teljesítményét, mint az idő függvényét!

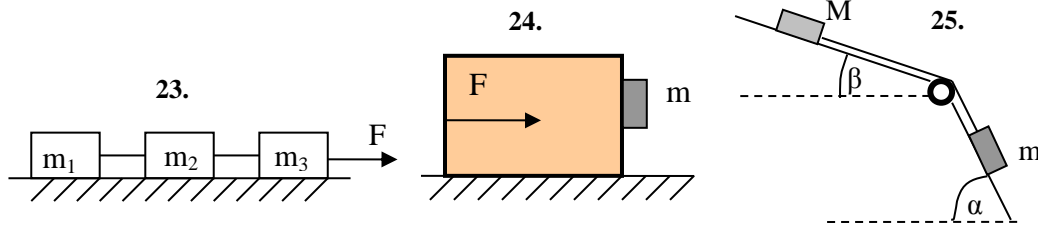
c) Mennyi munkát végez a tömegpontra ható erő, míg a  $P_1(0; 2; 1)$  pontból a  $P_2(5; 3; 3)$  pontba jut? (Megoldás:  $W=22J$ ) (A feladatban szereplő mennyiségek SI egységekben vannak megadva.)

21. A  $9 \text{ m/s}$  sebességgel elütött korong a jégen  $36 \text{ m}$  út megtétele után áll meg. Mekkora a súrlódási együttható a korong és a jég között? (0,1125)

22. Határozza meg azt a minimális sebességet, ami esetében egy  $700 \text{ kg}$  tömegű Forma 1-es kocsí hosszú időn keresztül állandó sebességgel haladhat a plafonon. Az idomok által kifejtett emelő erő megadható, mint  $F_l = lv^2$ , a közegellenállás fékező ereje, pedig mint  $F_d = bv^2$ , ahol a két állandó értéke  $l = 3 \text{ kg/m}$  és  $b = 1.1 \text{ kg/m}$ . A tapadási súrlódási együttható a hátsó kerék (meghajtott) és az út között  $1,8$ , és a gurulási súrlódási erő nagysága az első kerék esetében elhanyagolható (csak simán gurul). Hány lóerős kell, hogy legyen ez az autó minimálisan (hogyan bírjon ilyen gyorsan menni)? Függetlenül falra milyen sebességgel mehetne fölfelé, és ahhoz mekkora teljesítmény kellene?

23. Az ábra szerint (köv. old.) összekapcsolt  $m_1=3\text{kg}$ ,  $m_2=5\text{kg}$ ,  $m_3=2\text{kg}$  tömegű testeket  $F=40\text{N}$  erő gyorsítja. Mekkora lesz a közös gyorsulás, és mekkora erők hatnak a kötelekben, ha nincs súrlódás, ill. ha a súrlódási együttható  $\mu = 0,2$ ? (4 és  $2 \text{ m/s}^2$ ,  $12\text{N}$  és  $32\text{N}$ )

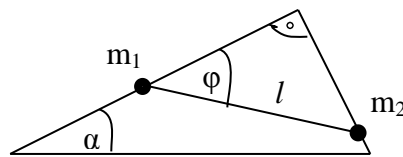
24. Egy  $M=10\text{kg}$  tömegű, téglatest alakú ládát leteszünk a padlóra, függőleges oldalára helyezünk egy  $m=2\text{kg}$  tömegű kis dobozt (ábra köv. oldal). A doboz és a láda között mind a csúszási, mind a tapadási súrlódási együttható  $\mu_1 = 0,2$ , a láda és a padló között pedig mindkettő  $\mu_2 = 0,5$ . (legyen  $g=10\text{m/s}^2$ )
- a) Legalább mekkora legyen a láda gyorsulása, hogy a doboz ne essen le? ( $50\text{m/s}^2$ )
- b) Mekkora vízszintes  $F$  erővel kell ehhez a ládára hatni? ( $660\text{N}$ )



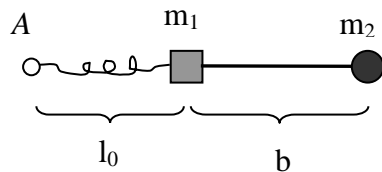
25. A fenti ábrán az alsó lejtő  $\alpha = 70^\circ$ , a felső pedig  $\beta = 20^\circ$  szöget zár be a vízszintessel. A felső test tömege  $M = 2\text{ kg}$ , az alsóé  $m = 1\text{ kg}$ , a kötélt és a csiga súlytalan. A  $M$  test és a lejtő közti súrlódási együttható  $\mu_1 = 0,5$ , az alsó test és lejtő között  $\mu_2 = 0,1$ . Mekkora a testek gyorsulása? ( $2,166\text{ m/s}^2$ )

26. Egy  $h = 3\text{m}$  magas, vízszintesen  $b = 4\text{m}$  hosszú lejtő tetejéről  $v_0 = 4\text{m/s}$  kezdősebességgel elindítunk lefelé egy testet. A lejtő és a test közötti súrlódási együttható  $\mu_1 = 0,25$ , a lejtő utáni vízszintes talaj és a test között  $\mu_2 = 0,28$ . Mekkora utat tesz meg a test a megállásig, miután elhagyta a lejtőt? ( $10\text{m}$ )

27. Az ábrán látható, merev drótból készült vezetőkeret függőleges síkban áll, felül lévő szöge derékszög,  $\alpha = 30^\circ$ . A két befogóra  $m_1$  és  $m_2$  tömegű golyókat húzunk, melyeket egy  $l$  hosszúságú kötélt köt össze. Keressük meg az egyensúlyi helyzetet ( $\varphi = ?$ ) ( $\text{tg}\varphi = \sqrt{3}m_2 / m_1$ )



28. Egy  $m_1 = 0,2\text{ kg}$  és egy  $m_2 = 0,3\text{ kg}$  tömegű pontszerű testet  $b = 0,5\text{ m}$  hosszú könnyű nyújthatatlan zsinórral összekötünk, majd az  $m_1$  testre egy  $D = 9\text{ N/m}$  rugóállandójú, feszítetlen állapotban  $l_0 = 0,2\text{ m}$  hosszú rugót erősítünk. A rugó  $A$  végénél fogva az így keletkezett test-rendszert megpörgetjük. Mennyi a rugó megnyúlása, ha a rendszer egyenletesen forog ( $\omega = 3/\text{s}$ ), és a gravitációtól eltekintünk?



29. Lemezjátszó korongjára a középponttól  $10\text{cm}$  távolságra,  $1\text{ gramm}$  tömegű kis testet helyezünk. Mekkora a tapadási súrlódási együttható, ha a test  $\omega = 5 \cdot 1/\text{s}$  szögsebességnél csúszik meg? ( $0,25$ )

30. Kúpinga  $l=0,3\text{m}$  hosszú (könnyű) fonala  $\alpha=30^\circ$ -os konstans szöget zár be a függőlegessel. Mekkora a periódusidő? ( $1,01\text{s}$ )

31. Egy test egyenletes körmozgást végez. Mozgási energiája  $E = 44\text{ J}$ , impulzusa  $44\text{ kgm/s}$ , impulzusmomentuma  $22\text{ kgm}^2/\text{s}$ . Mekkora a rá ható erők eredője? ( $176\text{ N}$ )

32. Az úttesten lévő bukkanó egy  $40\text{m}$  sugarú függőleges síkú, felülről nézve domború körívvel közelíthető. Az úttesten egy egytonnás autó halad  $54\text{ km/h}$  sebességgel.

- a) Mekkora erővel nyomja a bukkanó tetején az utat?
- b) Mekkora sebességnél lenne ez az erő nulla („ugratás”)
- c) Mi lenne a válasz homorú körív esetében?

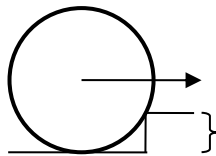
33. 1 m sugarú rögzített gömb sima felületéről  $v_0=2$  m/s sebességgel elindítunk egy tömegpontot. Hol és mekkora sebességgel hagyja el a test a gömb felületét? (a középponttól 0,8 m magasságra)
34. Körpályán keringő geostacionárius műhold az egyenlítő mindig ugyanazon pontja fölött van. Mekkora sugarú pályán és mekkora sebességgel kering? (A Föld sugara 6370 km.) ( $4,2 \cdot 10^4$  km, 3,079 km/s)
35. Mekkora annak a testnek a sebessége, amely a Föld körül, a felszín közvetlen közelében tudna keringeni, elhanyagolva a közegellenállást és domborzatot? (I. kozmikus sebesség: 7905 m/s)
36. Legalább mekkora sebességgel induljon egy test a Földről, hogy végleg kikerüljön annak gravitációs erőteréből, elhanyagolva a közegellenállást? (II. kozmikus vagy szökési sebesség: 11,2 km/s)
37. Az Egyenlítő mentén épült vasútvonalon két mozdony halad ellenkező irányban, egyaránt 72 km/h pályasebességgel. Mindkét mozdony tömege 25 t. A Föld forgása következtében a két mozdony nem egyforma erővel nyomja a síneket (Eötvös-hatás). Melyik fejt ki nagyobb nyomóerőt, és mekkora a két nyomóerő különbsége? (a nyugatra haladó, 145N)
38. Egy 500 kg tömegű autó motorjának maximális teljesítménye 50 kW. Mennyi idő alatt képes a kocsit álló helyzetből 100 km/h sebességre felgyorsulni, ha a gumik és az út között a tapadási súrlódási együttható 0,6? (5,247 s)
39. Egy autó 90 km/h sebességgel közelít egy 20 m sugarú kanyarhoz. Amikor a sofőr észreveszi a kanyart, a fékezésre már csak 1,6 s ideje marad (ez már nem tartalmazza a reakcióidőt). Mekkora a súrlódási együttható, ha a kocsit éppen be tud kanyarodni? (0,781)
40. Egy alapállapotban 0,5 m hosszúságú,  $D=100$  N/m rugóállandójú rugó egyik végét a plafonra erősítjük, a másik végére  $M = 0,5$  kg tömegű (pontoszerű) testet akasztunk. Ezután addig húzzuk a testet, amíg a rugó hossza eléri a 0,7 m-t. Mekkora és milyen irányú lesz a test gyorsulása abban a pillanatban, amikor elengedjük és mekkora lesz a sebessége  $x = 10$  cm út megtétele után? ( $30$  m/s<sup>2</sup>, 2 m/s)
41. 50 g tömegű test 0,16 s periódusidővel 3,2 cm amplitúdójú harmonikus rezgést végez. Mekkora a testre ható erő teljesítménye az egyensúlyi helyzeten való áthaladás után 0,06 s-mal? (1,55W)
42. Az xy síkban mozgó m tömegű pont koordinátái a következőképpen függenek az időtől:  $x(t) = a \cos \omega t$ ,  $y(t) = b \sin \omega t$ , (a, b és  $\omega$  pozitív állandó). Milyen pályán mozog a pont? Számítsuk ki a pontra ható erő munkáját a  $(0, \pi/4\omega)$  időközben.
43. Anyagi pont az  $F_x = ky^2$ ,  $F_y = kxy$ :  $k > 0$  konstans síkbeli erőterben mozog. Mennyi munkát végez az erőter, ha a test a  $P_1(0, r)$  pontból a  $P_2(r, 0)$  pontba mozdul el.  
a) azon a negyedköríven, amelynek középpontja az O origó  
b) a  $P_1O$  és az  $OP_2$  egyenes szakaszon.
44. Egy fél méter magas,  $\rho=3$  g/cm<sup>3</sup> sűrűségű, 2 kg tömegű téglatestet  $D=120$  N/m rugóállandójú rugóra akasztunk és alá vízzel telt edényt teszünk úgy, hogy ha a rugó feszítetlen lenne, a test alja pont érintené a víz felszínét. Mennyi lesz a rugó megnyúlása egyensúlyi helyzetben? (15cm)
45. Nyugalomban levő 100kg tömegű csónak A végén 60kg tömegű ember áll. Mennyit mozdul a csónak, ha az ember átsétál a csónak B végébe? ( $AB = l$ , a víz ellenállását hanyagoljuk el.) (3/8)
46. Függőlegesen fellőtt 17 kg tömegű lövedék pályája legfelső pontján 3 darabra robban szét úgy, hogy mindegyik darab vízszintes sebességgel kezd mozogni. Egy 4 kg-os darab 150 m/s sebességgel északra, egy 8 kg tömegű rész pedig 60 m/s sebességgel nyugatra repül. Határozzuk meg a harmadik darab sebességének nagyságát és irányát. (153 m/s, 51,7° délre a keleti iránytól)

47. Egy  $m$  tömegű elemi részecske nekiütközik egy  $M$  tömegű nyugvó atomnak, és úgy gerjeszti, hogy az atom belső energiája  $\varepsilon$ -al növekszik. Az ütközés egy egyenes mentén zajlik. Legalább mekkora sebességgel kell érkezni az atomhoz az elemi részecnek?  
(  $\sqrt{2\varepsilon(1/m + 1/M)}$  )

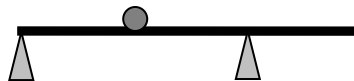
48. 1 m hosszú fonálon 2 kg tömegű homokzsák lóg. Vízszintesen belelövünk egy 10 g tömegű puskagolyót, amely benne marad a homokzsákban és a zsák (a golyóval együtt)  $45^\circ$ -os szöggel lendül ki. Mekkora volt a golyó sebessége?  
(486,5m/s)

49. Két test együttes tömege 12 kg. A testek egymás felé mozognak 6 m/s, illetve 4 m/s sebességgel, és rugalmatlan centrális egyenes ütközés után 0,25 m/s sebességgel haladnak tovább a második test eredeti sebességének irányában. Mekkora az egyes testek tömege, és hány százalékkal csökken a rendszer kinetikus energiája?  
(4,5 és 7,5 kg, 99,7%-kal)

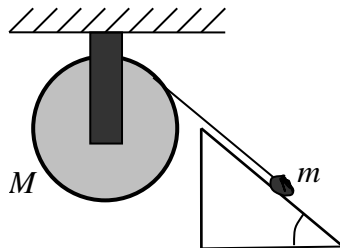
50.  $M$  tömegű,  $r$  sugarú hengert vízszintes erővel akarunk felhúzni egy  $h$  magasságú lépcsőfokra. Mekkora erőre van szükség?  
( $mg \cdot \sqrt{h \cdot (2R - h)} / (R - h)$ )



51. Egy  $m_r = 20\text{kg}$  tömegű, 6méter hosszú homogén rúd két helyen van alátámasztva, a bal szélén és a jobb szélétől 2 m távolságra. A két alátámasztás közé félútra egy  $m_t = 10\text{kg}$  tömegű kis testet teszünk. Mekkora a tartóerő a két alátámasztási pontban egyensúly esetén?  
(100 és 200 N)



52.  $M=4\text{kg}$  tömegű  $R=50\text{cm}$  sugarú homogén hengerre (amely a tömegközéppontján átmenő vízszintes tengely körül foroghat, de haladó mozgást nem végez) könnyű fonál van rátekerve, a fonál végére  $m=2\text{kg}$  tömegű test van erősítve, amely egy  $\varphi=45^\circ$ -os meredekségű, súrlódásmentes lejtőre van helyezve. Mekkora az  $m$  test gyorsulása és  $s = 10\text{ cm}$  út megtétele után mennyi lesz az  $m$  test sebessége, ha álló helyzetből indul?  
(3,535m/s<sup>2</sup>, 0,8409m/s)



53. A  $6 \cdot 10^{29}$  kg tömegű állócsillaghoz üstökös közeledik. Amikor még nagyon messze van a csillagtól, pályasebessége  $5 \cdot 10^3$  m/s, és a sebességvektor hatásvonalának a csillagtól mért távolsága  $6,67 \cdot 10^{11}$  m. Mennyire közelíti meg az üstökös az állócsillagot?  
(A gravitációs állandó  $6,67 \cdot 10^{-11}$  m<sup>3</sup>/kgs<sup>2</sup>.)  
( $1,334 \cdot 10^{11}$  m)

54. Egy 30cm oldalú,  $0,9\text{g/cm}^3$  sűrűségű kockát vízre ( $1\text{g/cm}^3$ ) teszünk, de előtte a vízre azzal nem keveredő olajat öntünk ( $0,7\text{g/cm}^3$ ). Milyen vastag az olajréteg, ha pont ellepi a kockát?  
(10cm)

55. Egy téglatest alakú fadarab méretei: 50cmX40cmX10cm, sűrűsége  $600\text{kg/m}^3$ . Milyen mélyre fog a (vízen a legnagyobb lapjával úszó) fadarab a vízbe merülni, ha egy 4kg-os testet teszünk rá?  
(8cm)

56. U alakú üvegcső bal oldali vége zárt, a másik nyitott. A csőben alul  $13,6\text{ g/cm}^3$  sűrűségű higany, a jobb szárban efölött 50 cm magas vízoszlop van. A légköri nyomás 1 bar, a bal szárban a Hg fölött a levegő nyomása 0,9 bar. Mekkora a magasságkülönbség a két higany szint között?  
(11 cm)

57. Egyik végén beforrasztott cső a légkörtől  $h$  hosszúságú higanyfonállal elválasztott levegőt tartalmaz. Ha a csövet függőlegesen tartjuk, az elzárt légoszlop hossza  $L_1$ , illetve  $L_2$  aszerint, hogy a beforrasztott vagy a nyitott vége néz fölfelé. A higany sűrűsége  $\rho$ . Számítsuk ki a légköri nyomást.

$$(Eredmény: p_0 = \rho gh(L_1 + L_2) / (L_1 - L_2))$$

58. Henger alakú, 0,4 cm átmérőjű zárt cső alsó végében egy nehezék van. Ezt az eszközt aerométerként (úszó sűrűségmérőként) alkalmazzuk. Az aerométer tömege 0,2 kg, a folyadék sűrűsége 0,8 g/cm<sup>3</sup>. Mekkora periódusidővel fog a mérőeszköz rezegni, ha függőleges lökést kap? (8,862 s)

59. Fürdők elkészítéséhez 80 °C-os és 10 °C-os vizet használunk fel. Hány liter meleg, illetve hideg vizet kell a kádba eresztelnünk, hogy 140 l, 40 °C hőmérsékletű fürdővizet kapjunk? (A hőveszteségektől és a víz hőtágulásától tekintünk el.) (60 és 80 liter)

60. Egy 20 dkg tömegű, 20 °C-os üvegcorsóban ( $c_{\text{ü}} = 0,84 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$ ) 0,5 liter szintén 20 °C-os málnaszörp van ( $c_{\text{sz}} = c_v = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$ ). Hány dekagramm -5 °C-os jeget ( $c_j = 2,09 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$ ,  $L_o = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$ ) kell hozzáadni a szörpöz, hogy a végeredmény 4 °C-os ital legyen? (10 dkg)

61. Egy lezárt, 200 l-es gázpalackban  $5 \cdot 10^5$  Pa nyomású, 27 °C hőmérsékletű ideális gáz van. Mennyi lesz a (megmaradt) gáz nyomása, ha 16 mólnyi gázt kiengedjük egy szelepen, és ez alatt a bent maradó gáz hőmérséklete állandó? (kb.  $3 \cdot 10^5$  Pa)

62. Egy lezárt, 100 l-es gázpalackban  $4 \cdot 10^5$  Pa nyomású, 7 °C hőmérsékletű hélium van. Mennyi lesz a gáz nyomása, ha 70 °C-kal megnöveljük a hőmérsékletét? Mennyi hő kellett ehhez? ( $5 \cdot 10^5$  Pa, 15 kJ)

63. Ideális gáz kezdetben  $V_1 = 0,16 \text{ m}^3$  térfogatú,  $p_1 = 5 \cdot 10^5$  Pa nyomású és  $T_1 = 400 \text{ K}$  hőmérsékletű. A gázt lehűtjük  $T_2 = 300 \text{ K}$ -re, eközben nyomása  $p_2 = 4 \cdot 10^5$  Pa-ra változik. Mekkora  $V_2$ ? ( $0,15 \text{ m}^3$ )

64. Egy buborék térfogata megháromszorozódik, amíg a tó aljáról a tetejére emelkedik, miközben hőmérséklete állandó. Milyen mély a tó? (20 m)

65. Egyik végén zárt, vízszintes helyzetű, 1 cm belső átmérőjű üvegcsőben 10 cm hosszúságú higanyoszlop tart elzárva 1 m hosszú levegőoszlopot. A csövet nyitott végével felfelé lassan függőleges helyzetbe fordítjuk. Mennyi a bezárt levegőn végzett munka? A higany sűrűsége 13,6 g/cm<sup>3</sup>, a légköri nyomás 1 bar, a bezárt levegő hőmérséklete állandó marad. (0,984 J)

66. Nagyméretű, sokatomos molekulákból álló ideális gázt nyomunk össze 8 literes térfogatról 5 literes térfogatra. Mennyi munka szükséges, ha a kezdeti nyomás  $10^5$  Pa és  $p = \frac{a}{V^{4/3}}$ , ahol  $a$  állandó? (407 J)

67. Milyen nyomásra kell a  $10 \text{ dm}^3$  térfogatú 0,1 MPa nyomású gázt izotermikusan komprimálni, hogy 3,14 kJ hőt adjon le? (2,31 MPa)

68. 5 mol, kezdetben 2 liter térfogatú nitrogénnel három szakaszból álló körfolyamatot végeztetünk. Először állandó hőmérsékleten összenyomjuk az eredeti térfogatának a felé-re, majd a gáz állandó nyomáson eredeti térfogatára tágul, miközben hőmérséklete  $T = 300 \text{ K}$ -re emelkedik. Ezután a gáz állandó térfogat mellett lehűl a kezdeti hőmérsékletre. Mekkora ez a kezdeti hőmérséklet? (150 K) Rajzoljuk fel a körfolyamatot a pV, a pT és a VT síkon. Mennyivel változik a folyamatban a gáz belső energiája és entrópiája, mekkora munkát végzett, mennyi hőt adott le a gáz az egyes szakaszokon?

69. Ideális gáz állandó nyomáson tágulva 200 J munkát végez. Mennyi hőt vesz fel eközben, ha adiabatikus kitevője  $\kappa = 1,4$ ? (700 J)

70. Egy 5 l-es palackban 0,1 MPa nyomású nitrogéngáz van. Mekkora nő a nyomás, ha 1,5 kJ hőt közlünk a gázzal? A nitrogén adiabatikus kitevője 1,4. (0,22 MPa)

71. Egy 44,8 dm<sup>3</sup> térfogatú, vízszintes tengelyű hőszigetelt hengert vékony, súrlódásmentes, hőszigetelő dugattyú oszt két részre. A bal oldali térfélbe 200 W teljesítményű fűtőspirál nyúlik be. Kezdetben a dugattyú középen áll, és mindkét részben 10<sup>5</sup> Pa nyomású egyatomos gáz van. Mennyi időre kell a fűtőttestet bekapcsolni, hogy a jobb oldali gáz térfogata felére csökkenjen? (73,1 s)

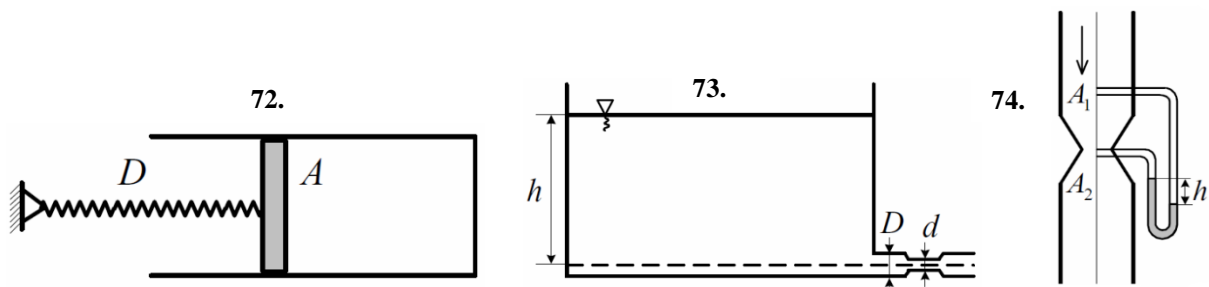
72. Hengeres edénybe 100 kPa nyomású, 300 K hőmérsékletű levegő van bezárva. A henger alapterülete 100 cm<sup>2</sup>, a gáz térfogata 1 liter, a légköri nyomás is 100 kPa. A súrlódás nélkül mozgatható dugattyúhoz 5 kN / m direkciós erejű rugó kapcsolódik. Mekkora lesz az elzárt levegő nyomása, ha hőmérsékletét 600 K-re növeljük? (128kPa)

73. Az ábrán látható tartályban a vízmagasság  $h = 1$  m, a kifolyócső átmérője  $D = 5$  cm, a tartályé sokkal nagyobb. A kifolyócső egy helyen elszűkül, itt az átmérője  $d = 4$  cm. A légköri nyomás 1 bar.

a) Mekkora a víz sebessége a kiömlőnyílásban? Mennyi az időegység alatt kiömlő víz térfogata?

b) Számítsuk ki a nyomást a szűkületben. (4,427 m/s, 8,7 l/s, 85877 Pa)

74. Függőleges tengelyű  $A_1 = 0,2$  m<sup>2</sup>-es keresztmetszetű csővezetékben víz áramlik stacionáriusan. A vezetékbe beiktatott Venturi-cső keresztmetszete a szűkületben  $A_2 = 0,1$  m<sup>2</sup> területű. A differenciálmánométer bal szárában a higany  $h = 0,2$  m-rel áll magasabban, mint a másik szárban. Mekkora a víz sebessége a csővezetékben? Hány kg víz áramlik át a csövön másodpercenként? (A higany sűrűsége 13,6 kg/dm<sup>3</sup>). (4,1 m/s, 820 kg/s)



75. Ideális gáznak tekinthető CO<sub>2</sub>-vel három szakaszból álló körfolyamatot végeztetünk. Először i) adiabatikusan összenyomjuk abba az állapotba, ahol  $p_2 = 2 \cdot 10^5$  Pa,  $V_2 = 0,6$  m<sup>3</sup>,  $T_2 = 400$  K. Majd ii) a gáz állandó hőmérsékleten eredeti  $V_1$  térfogatára tágul, miközben nyomása  $p_3 = 1,5 \cdot 10^5$  Pa-ra csökken. Végül iii) a gáz állandó térfogat mellett lehűl a kezdeti hőmérsékletre. Mekkora a kezdeti  $V_1$  térfogat és  $T_1$  hőmérséklet? Mekkora munkát végzett és mennyi hőt adott le a gáz a ii) és a iii) szakaszban? Mennyi az entrópia-változás az izoterm szakaszban? (0,8 m<sup>3</sup>, 356,5 K,  $W_{ii}^* = 34,5$  kJ =  $Q_{ii}$ ,  $W_{iii}^* = 0$ ,  $Q_{iii}^* = 32,6$  kJ, 86,3 J/K)

76. Hőszigetelt, 100 cm<sup>2</sup> alapterületű hengerben lévő levegőt felülről 20 kg tömegű dugattyú határol. A dugattyú által elzárt levegőoszlop magassága 50 cm, a levegő hőmérséklete 300 K.

(a) Mekkora a gáz nyomása a jelenlegi helyzetben, ha a környezet nyomása  $p_0 = 10^5$  Pa?

A hőszigetelt hengert elzáró hőszigetelt dugattyú tetejére egy 250 kg tömegű súlyt helyezünk.

(b) Mekkora lesz a bezárt levegő nyomása, hőmérséklete, és mennyi lesz a levegőoszlop új magassága?

77. A 100 kPa nyomású, 5 dm<sup>3</sup> térfogatú héliumgáz eredeti térfogata kétszeresére tágul ki úgy, hogy közben a belső energiája nem változik. Ezután állandó nyomáson ismét 5 dm<sup>3</sup>-re komprimáljuk, majd e térfogaton visszavisszük a kiinduló állapotba.

(a) Összesen mennyi nettó munkát végez a gáz, tehát mennyi a ciklusra vett hasznos munka?

(b) Mennyi hőt vesz fel a gáz az izoterm és az izochor szakaszban együttvéve?

(c) Mennyi hőt ad le a gáz az izobár folyamat során a hideg hőtartálynak (környezetnek)?

(d) Mekkora ennek a hőerőgépnek a hatásfoka?

78. Az egyetemes gázállandó  $R$  függvényében adja meg a mólhő értékeket a következő állapotváltozásokra nitrogéngáz esetén.

- (a) izochor állapotváltozás ( $c_{MV}$ )
- (b) izobár állapotváltozás ( $c_{Mp}$ )
- (c) izoterm állapotváltozás ( $c_{MT}$ )
- (d) adiabatikus állapotváltozás ( $c_{MS}$ )

79. Carnot-féle hűtőgép  $20^\circ\text{C}$  és  $-10^\circ\text{C}$  hőmérsékleti határok között működik. A hajtómotor egy ciklusban  $15,9$  kJ munkát végez. Mennyi hőt ad le a hidegebbik hőtartály egy körfolyamat alatt?

80. Hőszigetelt,  $1\text{dm}^2$  alapterületű hengerben lévő levegőt felülről könnyű dugattyú határol. Mekkora súlyt kell a dugattyúra tenni, hogy felére csökkenjen a térfogat? Mekkora  $T_2$ , ha  $T_1=300\text{K}$ ?

81. Ideális gáz állapotát úgy változtatjuk, hogy a nyomás köbe fordítottan arányos a térfogat negyedik hatványával. Mekkora a mólhő ebben a folyamatban, ha a gáz adiabatikus kitevője  $7/5$ ?

82. Egy molekulanyaláb  $5,4 \cdot 10^{-26}$  kg tömegű részecskékből áll, ezek  $460$  m/s sebességgel azonos irányban röpködnek. A nyaláb a sebességére merőleges falba ütközik. Mekkora nyomás terheli a falat, ha az ütközés rugalmas, és a molekulák sűrűsége  $1,5 \cdot 10^{14}/\text{cm}^3$ ? (3,43 Pa)

83. Egy  $Q_1$  és egy  $Q_2 = 4Q_1$  töltésű részecske egymástól  $1\text{m}$ -re van rögzítve. Hol vannak azok a pontok, amelyekben a két töltéstől származó eredő térerősség nulla?

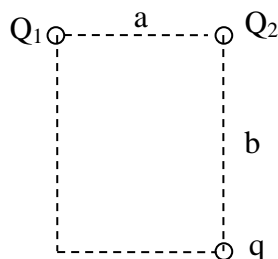
84. Egy négyzet csúcaiban azonos  $q$  töltésű pontszerű testek vannak. Mekkora a négyzet középpontjában elhelyezkedő ötödik részecske töltése, ha a rendszer egyensúlyban van.

85. Egy  $10$  cm sugarú szigetelő gömb legalsó pontján  $1\mu\text{C}$  töltésű golyócska van rögzítve. A gömb sima belső felületén egy  $0,048 \mu\text{C}$  töltésű,  $1,125$  g tömegű pont mozoghat. Egyensúly esetén mekkora szöget zár be a második töltéshez húzott sugár a függőlegesen fölfelé mutató iránnyal?

86. Félkör alakú vékony, sima szigetelő rúd vízszintes síkban van rögzítve, végpontjaiban  $20$  nC és  $10$  nC töltésű részecskéket rögzítettünk. A félkörön pozitív töltéssel ellátott kis gyűrű csúszhat. Mekkora szöget zár be a gyűrűhöz és a  $10$  nC-os töltéshez húzott sugár egyensúlyban?

87. Két kicsi, azonos méretű feltöltött fémgömb egymástól  $10$  cm-re  $2,7$  N nagyságú taszítóerőt fejt ki egymásra. Ha összeérintjük, majd ezután ismét  $10$  cm-re távolítjuk őket, akkor  $3,6$  N nagyságú taszítóerőt fejtenek ki egymásra. Mekkora volt eredetileg a gömbök töltése?

88. Egy  $a=2\text{m}$  és egy  $b=3\text{m}$  oldalélekkel rendelkező téglalap két felső csúcsába  $Q_1=8\mu\text{C}$  és  $Q_2=3 \mu\text{C}$  nagyságú töltést teszünk. Mekkora a térerősség a jobb alsó csúcsban ( $Q_2$ ) alatt és mekkora erő hat az oda helyezett  $q=120\text{nC}$  próbatöltésre?



89. Két  $10$  cm oldalhosszúságú, négyzet alakú, síklapokból készített kondenzátor lemezeinek távolsága  $6$  mm; töltése  $10^{-10}\text{C}$ . A fegyverzetek közötti térbe, azokkal párhuzamosan és azoktól azonos távolságra,  $10^6$  m/s sebességgel érkezik egy proton.

- a) Mennyi a síkkondenzátor kapacitása?
- b) Adja meg a lemezek közötti elektromos térerősséget!
- c) Mennyi a proton eltérése a kondenzátoron való áthaladás során?
- d) Mennyi munkát végzett közben az elektromos tér



**90.** Tegyük fel, hogy egy síkkondenzátorban homogén elektromos tér van, a térerősség  $5000\text{N/C}$ . Az ábra szerinti elrendezés esetén az AD és BC szakaszok  $1\text{ cm}$ , az AB és DC szakaszok pedig  $2\text{ cm}$  hosszúak.

- Mennyi munkát végeznek az elektromos erők, ha egy  $-20\text{mC}$  töltésű pontszerű test az A pontból a C-be az ABC, az ADC vagy egyenesen az AC úton jut el?
- Mekkora a potenciálkülönbség a különböző pontok között?
- Mennyi a kondenzátor lemezei között a feszültség, ha a lemezek távolsága  $2\text{cm}$ ?
- Tegyük fel, hogy a tömegpont tömege  $m=0,05\text{g}$ . Ha az A pontban a tömegpontot kezdő-sebesség nélkül elengedjük, mekkora lesz a sebessége a D pontban, ha a gravitációtól eltekintünk?

**91.** Egy  $l = 10\text{ cm}$  hosszúságú szigetelő rúd két végére egy-egy pontszerű,  $Q = 10^{-5}\text{ C}$  illetve  $-Q$  töltést helyezünk. A rudat homogén  $E = 10\text{ kV/m}$  elektrosztatikus térbe helyezzük  $45$  fokos szögben az alábbi ábra szerint, és elengedjük.

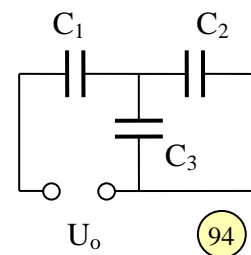
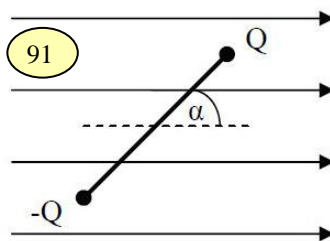
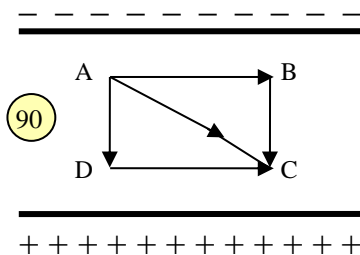
- Mekkora az így elkészített rúdra ható eredő erő? Merre mozdul el a rúd tömegközéppontja?
- Mekkora a rúdra ható (a rúd középpontjára vonatkozó) forgatónyomaték? Mi történik a rúddal, amikor elengedjük?
- Mekkora maximális mozgási energiával rendelkezik a rúd az elengedés után? Mekkora lesz a maximális szögsebessége a rúdnak, ha a tehetetlenségi nyomatéka  $\Theta = 2\text{ kgm}^2$  nagyságú?
- Hogyan helyezzük a térbe a rudat, hogy stabil nyugalmi helyzetben maradjon, miután elengedtük? Milyen helyzetben lenne a rúd ezzel átellenes pozícióban?

**92.** Egy  $20\text{ cm}$  hosszú szigetelő rúd két végén két ellentétes előjelű  $50\text{ nC}$  nagyságú töltés van rögzítve. A rúd  $60$  fokos szöget zár be a vízszintes iránnyal, és egy  $5000\text{ N/C}$  nagyságú homogén vízszintes elektromos tér van jelen. A dipólmomentum és a tér közötti szög tehát  $60^\circ$ . Az elrendezés tehetetlenségi nyomatéka:  $\theta = 2 \cdot 10^{-4}\text{ kgm}^2$ .

- Mekkora forgatónyomaték hat a rúdra ebben a pillanatban?
- Milyen pozíciókban lenne nulla a forgatónyomaték (egyensúlyi pozíciók) és milyen típusú egyensúlyokról van szó az egyes esetekben?
- Mekkora lesz a szögsebessége a rúdnak, amikor eléri a vízszintes pozíciót?
- Mi történik a rúddal, miután túlfordul ezen az egyensúlyi vízszintes pozíción?

**93.** Homogén, egyenletesen feltöltött szigetelő gömb sugara  $a$ , relatív permittivitása  $\epsilon_r$ , a töltéssűrűség  $\rho$ . Hogyan változik a térerősség és a potenciál a gömb középpontjától mért  $r$  távolság függvényében?

**94.** Mekkora a töltés és a feszültség a három kondenzátoron, ha  $U_0=150\text{V}$ ,  $C_1=22\mu\text{F}$ ,  $C_2=3\mu\text{F}$ ,  $C_3=8\mu\text{F}$ ?

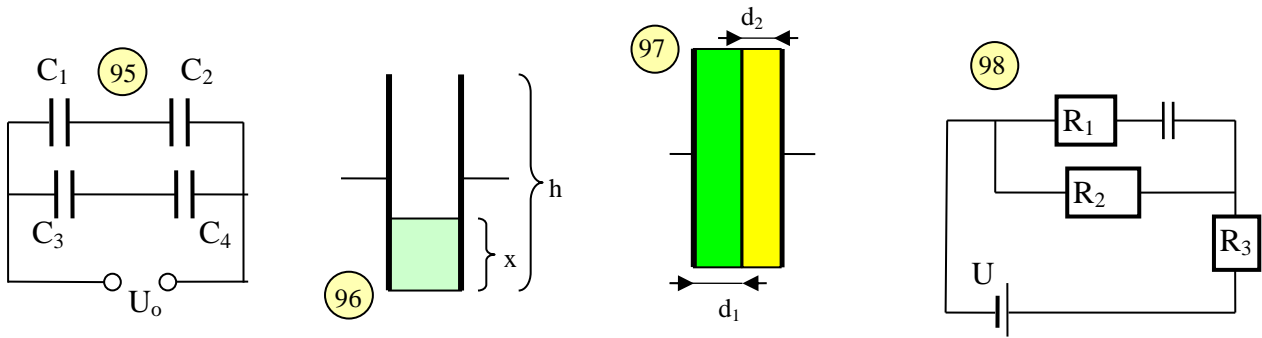


**95.** Az ábrán  $C_1=5\mu\text{F}$ ,  $C_2=10\mu\text{F}$ ,  $C_3=35\mu\text{F}$  és  $C_4=7\mu\text{F}$ .

- Mekkora  $Q_4$  és  $U_0$ , ha  $Q_1=60\mu\text{C}$ ?
- Mekkora a  $C_4$  kapacitású kondenzátor energiája?

**96.** Egy  $C_0$  kapacitású síkkondenzátor négyzet alakú,  $h$  oldalhosszúságú lemezei függőlegesen állnak, a lemezek között levegő van. Ezután a lemezek közé  $x$  magasságban  $\epsilon_r=3$  relatív permittivitású olajat öntünk. Hogyan változik a kondenzátor kapacitása  $x$  függvényében? Lásd az ábrán!

**97.** Síkkondenzátor tökéletesen vezető elektródái közötti teret homogén rétegekkel töltjük ki, amelyek vastagsága  $d_1$  és  $d_2$ , vezetőképessége  $\sigma_1$  és  $\sigma_2$ , permittivitása  $\varepsilon_1$  és  $\varepsilon_2$ . Számítsuk ki az áramsűrűséget és a két réteg határán ülő töltések felületi sűrűségét, ha az elektródák közé  $U$  feszültséget kapcsolunk. (A  $d_1, d_2$  vastagságok sokkal kisebbek, mint a fegyverzetek hosszmeretei). Lásd az ábrán!



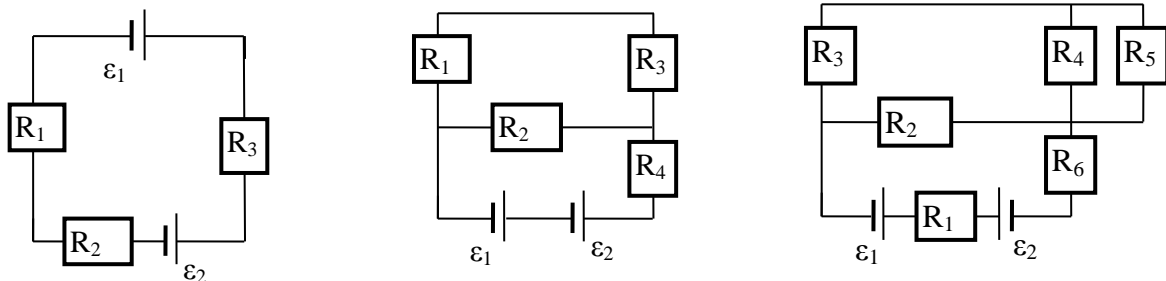
**98.** Mekkora az  $R_2$  ellenálláson eső feszültség, és az áramerősség? Mekkora töltés ül a kondenzátoron? Lásd az ábrán! ( $U=50\text{ V}$ ,  $R_1 = 10\Omega$ ,  $R_2 = 15\Omega$ ,  $R_3 = 10\Omega$ ,  $C = 10\mu\text{F}$ )

**99.** Egy  $50\text{ V}$ -ra feltöltött  $2\ \mu\text{F}$ -os és egy  $100\text{ V}$ -ra feltöltött  $3\ \mu\text{F}$ -os kondenzátort párhuzamosan kapcsolunk (a megegyező pólusokat kapcsoljuk össze). Mekkora lesz a közös feszültség?

**100.** Egy síkkondenzátor lemezei  $A=0,5\text{ m}^2$  területűek. A kondenzátorra  $U=100\text{V}$  feszültséget kapcsolunk, ekkor az egyes lemezekben a töltés  $Q=50\text{nC}$ . Hogyan változik a lemezek közti télerősség és a kondenzátor kapacitása, ha a lemezek közti távolságot kétszeresére növeljük? Legalább mennyi munkát végeztünk e művelet közben, ha

- a lemezekben lévő töltés állandó,
- a lemezek közti potenciálkülönbség állandó?

**101.** Mekkora áram folyik át az ábrákon látható 3 áramkörben az áramforrásokon? Minden esetben  $\varepsilon_1=80\text{V}$ ,  $\varepsilon_2=20\text{V}$ ,  $R_1=5\Omega$ ,  $R_2=10\Omega$ ,  $R_3=15\Omega$ ,  $R_4=8\Omega$ ,  $R_5=8\Omega$ ,  $R_6=3,45\Omega$



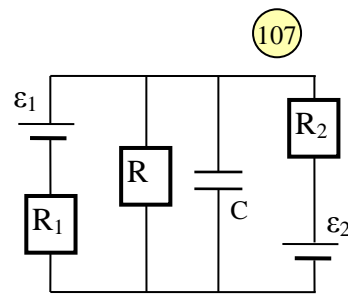
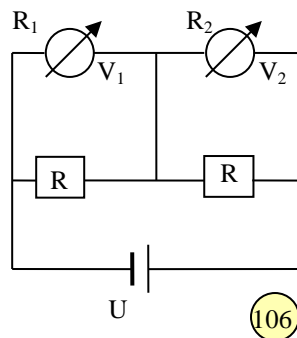
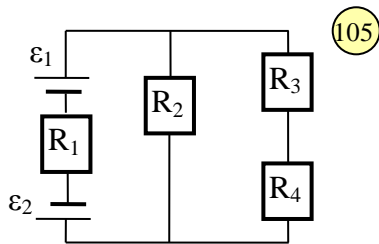
**102.**  $10\text{ mA}$  méréshatárú,  $2\ \Omega$  belső ellenállású árammérővel  $2\text{ A}$ -ig kívánunk mérni. Mekkora ellenállást és milyen kapcsolásban kell alkalmaznunk? Ha a műszerünk skálája  $2,5\text{ mA}$ -t jelez, az új méréshatár milyen áramának felel meg?

**103.**  $50\text{ mV}$  méréshatárú,  $20\text{ k}\Omega$  belső ellenállású voltmérővel  $10\text{ V}$ -ig kívánunk mérni. Mekkora ellenállást, és milyen kapcsolásban kell alkalmaznunk?

**104.** Egy elektromos mérőműszer feszültségmérési határa  $27\ \Omega$ -os előtét-ellenállást használva  $n$ -szer nagyobb lesz. A műszert  $3\ \Omega$ -os sönttel használva az árammérési határa szintén  $n$ -szeresére nő. Mekkora a műszer belső ellenállása és mekkora  $n$ ?

**105.** Milyen erős az  $R_1$ -en átfolyó áram, ha  $\varepsilon_1=10\text{V}$ ,  $\varepsilon_2=50\text{V}$ ,  $R_1=15\Omega$ ,  $R_2=10\Omega$ ,  $R_3=3\Omega$ ,  $R_4=7\Omega$ ? Lásd az ábrán!

**106.** Az ábrán a voltmérő belső ellenállása  $R_1 = 5\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 3\text{ k}\Omega$ ,  $R = 4\text{ k}\Omega$ , a telep elektromotoros ereje  $U=200\text{ V}$ , a belső ellenállása elhanyagolható. Mekkora  $V_1$  és  $V_2$ ? Lásd az ábrán!



**107.** Az fenti ábra szerinti elrendezésben a két ideális áramforrás elektromotoros ereje  $\varepsilon_1 = 45\text{V}$ , illetve  $\varepsilon_2 = 30\text{V}$ , a fogyasztók ellenállása  $R_1 = 10\Omega$ ,  $R_2 = 22\Omega$ ,  $R = 40\Omega$ , a kondenzátor kapacitása  $C = 70\mu\text{F}$ .

- Stacionárius állapotban milyen erős áram folyik át a jobb oldali áramforráson?
- Mennyi töltés ül ekkor a kondenzátoron?

**108.** Mekkora a térerősség abban a  $2\text{mm}^2$  keresztmetszetű,  $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$  fajlagos ellenállású homogén rézvezetékben, amelyben  $0,4\text{A}$  erősségű áram folyik.

**109.** Egy  $100 \Omega$ -os ellenállás  $4 \text{W}$  tterhelhető. Legfeljebb mekkora feszültség kapcsolható rá, illetve mekkora áram hajtható át rajta?

**110.** Számoljuk ki a  $200\text{V}$  feszültségen  $500\text{W}$ -ot, illetve  $1000\text{W}$ -ot leadó fűtőtestek ellenállását! Milyen teljesítményt kapunk ezek soros, illetve párhuzamos kapcsolása esetén?

**111.** Ha sorba kapcsolunk egy  $6\text{V}$ ,  $30\text{W}$ -os és egy  $12\text{V}$ ,  $20\text{W}$ -os égőt, mekkora feszültséget kapcsolhatunk a rendszerre úgy, hogy egyik izzó se menjen tönkre?

**112.**  $230\text{V}$ -os feszültségforrásról,  $60\text{m}$ -es hosszabbítóval működtetünk egy  $230\text{V}$ -os,  $1200\text{W}$ -os fogyasztót. A hosszabbító réz vezetéke  $0,8\text{mm}^2$  keresztmetszetű. Hány volt a fogyasztóra jutó feszültség? Mekkora teljesítménnyel működik a fogyasztó?

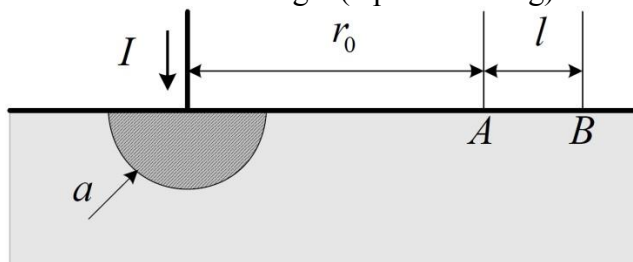
**113.** A táblázat egy telep kapocsfeszültségét és a telep által leadott áram erősségét tartalmazza különböző terhelések esetén.

$U_k \text{ (V)}$	1,5	3	4,5
$I \text{ (A)}$	3	2	1

- Mekkora a rövidzárási áram?
- Mekkora a terep üresjárási feszültsége?
- Mekkora a telep belső ellenállása?

**114.** Az ábra szerinti félgömb alakú, ideális vezetőnek tekinthető földelőbe  $I = 10 \text{kA}$  erősségű áram folyik be. A föld fajlagos vezetőképessége  $\sigma = 0,01/\Omega\text{m}$ ,  $a = 10 \text{cm}$ ,  $r_0 = 10 \text{m}$  és  $l = 75 \text{cm}$ .

- Milyen potenciálon van a földelő?
- Mekkora az elrendezés ellenállása?
- Számítsuk ki az A és B pontok közötti feszültséget (lépésfeszültség).



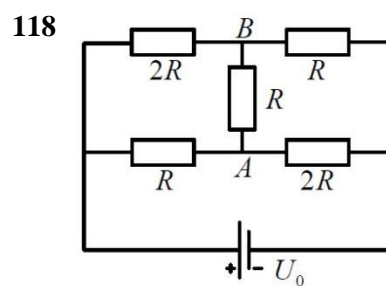
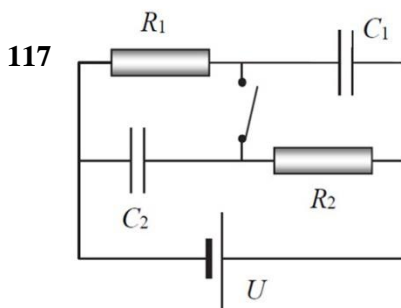
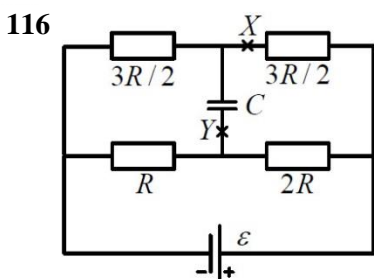
**115.** Egy  $R_b = 5\Omega$  belső ellenállású feszültségforrásra  $R_t = 10\Omega$ -os terhelő-ellenállást kapcsolunk.

- Mekkora más  $R_t$  terhelő ellenállásérték mellett kapunk ugyanekkora hasznos (a terhelésen megjelenő) teljesítményt?
- A feszültségforrás által leadott teljesítmény hányad része jelenik meg a külső terhelésen egyik, illetve a másik esetben?
- Milyen külső terhelő-ellenállás mellett kapjuk a legnagyobb hasznos teljesítményt?

**116.** Mennyi töltés áramlik át a vázolt elrendezésben az  $Y$  keresztmetszeten, ha a vezeték az  $X$  helyen megszakítjuk?  $R = 400\Omega$ ,  $C = 40\mu\text{F}$ ,  $\varepsilon = 360\text{V}$  az áramforrás belső ellenállása elhanyagolható.

**117.** Az ábrán látható kapcsolásban  $U = 20\text{V}$  feszültségre  $R_1 = 10\Omega$ ,  $R_2 = 30\Omega$  ellenállásokat és  $C_1 = 2\mu\text{F}$ , illetve  $C_2 = 3\mu\text{F}$  kondenzátorokat kötünk. Mekkora lesz az egyes ellenállásokon átfolyó áram erőssége, valamint a kondenzátorokban tárolt energia a kapcsoló nyitott, illetve zárt állása esetén minden változtatás után megvárva a stacionárius állapot beálltát (egyenáram)?

**118.** Mennyi az ábra szerinti elrendezés eredő ellenállása? Mekkora és milyen irányú az áramerősség az  $AB$  ágban, ha  $U_0 = 70\text{V}$ ,  $R = 20\Omega$ ?



**119.** A  $B = 0,2\text{Vs/m}^2$  indukciójú homogén mágneses térbe  $v = 10^5\text{m/s}$  sebességű proton érkezik az indukcióvonalakra merőleges irányban. Mekkora sugarú körpályán fog mozogni a proton, ha tömege  $1,6 \cdot 10^{-27}\text{kg}$ , töltése  $1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ ?

**120.** Mekkora sebességre gyorsul fel egy nulla kezdősebességű elektron  $20\text{V}$  feszültség hatására? Az elektron tömege  $9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$ , töltése  $-1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ . A felgyorsított elektron a mozgás irányával  $30^\circ$ -os szöget bezáró  $0,2\text{Vs/m}^2$  indukciójú homogén mágneses térbe kerül. Mekkora erő hat az elektronra a mágneses térben?

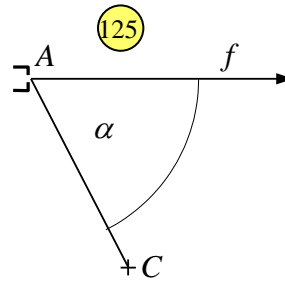
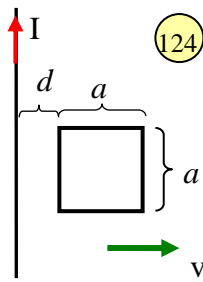
**121.** Egy tömegspektrométerben egyszeresen ionizált (egy elektront leválasztanak) hélium atomokat gyorsítanak fel  $v = 10^5\text{m/s}$  sebességre. A sebességre merőleges homogén mágneses térbe jutva ezek  $R = 2\text{cm}$  sugarú negyed kört leírva csapódnak be a detektorba. Mekkora a mágneses indukció? A hélium atom tömege  $6,643 \cdot 10^{-27}\text{kg}$ .

**122.** Egy áramjárta hosszú egyenes rézvezeték ( $I = 2\text{A}$ ) homogén mágneses térbe ( $B = 0,05\text{T}$ ) helyeznek. Legyen az áram iránya a pozitív  $x$  tengely iránya és a mágneses indukció ezzel  $60$  fokos szöget zár be az  $x$ - $z$  síkban. Mekkora és milyen irányú erő hat a vezeték egységnyi hosszára? Készítsen ábrát!

**123.** Egy nulla kezdősebességű  $30\text{V}$  feszültségen felgyorsított elektron mágneses térbe kerül. Az elektron sebességének iránya  $30^\circ$ -os szöget zár be a pozitív  $z$  tengely irányába mutató  $0,1\text{Vs/m}^2$  indukciójú homogén mágneses térrel. Határozza meg

- a pálya  $x, y$  síkba eső vetületének adatait,
- azt az utat, amelyet az elektron a pozitív  $z$  tengely irányában egy körülfutás alatt megtesz.

**124.** Igen hosszú egyenes vezetőben  $30\text{A}$ , a huzallal egy síkban fekvő négyzet alakú drótkeretben pedig  $10\text{A}$  erősségű áram folyik az óramutató járásával ellenkező irányban. Mekkora és milyen irányú mágneses erő hat a keretre, ha  $a = 2\text{cm}$  és  $d = 1\text{cm}$ ? (ábra a következő oldalon)



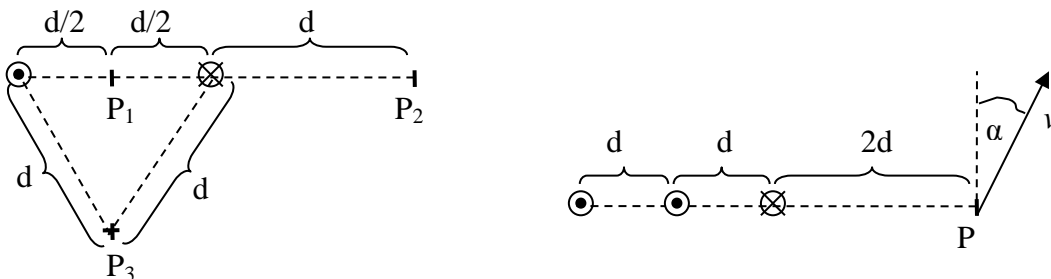
- 125.** Egy elektronágyú 1 kV feszültségen felgyorsított elektronokat bocsát ki az  $f$  félegyenes irányában. A  $C$  céltárgyat az  $A$  nyílástól 5 cm-re,  $\alpha = 60^\circ$ -os irányban helyeztük el. Mekkora indukciójú homogén mágneses mezőt kell létesítenünk, hogy az elektronok eltalálják a céltárgyat, ha a mező
- merőleges az  $f$  félegyenes és a  $C$  pont síkjára,
  - párhuzamos az  $AC$  iránnyal? (Az elektron tömege  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg.)

- 126.** Mágneses térben  $2 \text{ cm}^2$  felületű vezető keretben  $5 \text{ A}$  erősségű áram folyik. A mágneses tér  $2 \cdot 10^{-4} \text{ Nm}$  értékű forgató-nyomatékkal hat a keretre, amikor annak síkja a  $\mathbf{B}$  mágneses indukcióvektorral párhuzamos és a keret forgástengelye merőleges  $\mathbf{B}$ -re.
- Mekkora  $\mathbf{B}$  ezen a helyen?
  - A forgatónyomaték hatására a keret forogni kezd. Mekkora lesz a szögsebessége abban a pillanatban, amikor a vezetőkeret merőleges a mágneses térre (a csillapító hatásoktól eltekintünk)? A keret tehetetlenségi nyomatéka  $\theta = 10^{-6} \text{ kgm}^2$ .
  - Ebben a helyzetben mekkora forgatónyomaték hat a vezetőkeretre?
  - Erről a pontról a keret tovább fordul. Mekkora szögeltérésnél áll meg?

- 127.** Egy 15cm hosszú, 850 menetes, vasmentes hengeres tekercsre 20V feszültséget kapcsolunk. A tekercs közepes menethossza (a henger kerülete) 6cm. A huzal vastagsága 0,3mm, fajlagos ellenállása  $\rho = 0,0175 \Omega \cdot \text{mm}^2 \text{ m}^{-1}$ . Mekkora a mágneses térerősség a tekercs belsejében?

- 128.** Egy hosszú egyenes koaxiális kábel hengeres belső vezetékének sugara  $r_0$ , az áramot visszavezető hengergyűrű belső sugara  $r_1$ , a külső  $r_2$ . Az  $I$  erősségű áram egyenletesen oszlik el mindkét vezeték keresztmetszetén. Határozzuk meg és ábrázoljuk, hogyan változik a mágneses térerősség a tengelytől mért  $r$  távolság függvényében.

- 129.** Mekkora és merre mutat a mágneses térerősség a  $P_1, P_2, P_3$  pontokban? Az ellenkező irányú egyaránt  $I = 2 \text{ A}$  erősségű áramok a rajz síkjára merőleges, egymástól  $d = 2 \text{ cm}$  távolságban lévő, hosszú egyenes vezetőkben folynak.



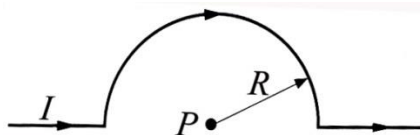
- 130.** Három, egymástól  $d=10 \text{ cm}$  távolságra lévő végtelen hosszú egyenes vezetőkben  $I=2 \text{ A}$  áram folyik az ábra szerinti irányításban. A szélsőtől  $2d$  távolságra lévő  $P$  ponton egy  $q = 10 \text{ nC}$  töltésű részecske repül át  $v = 8 \text{ m/s}$  sebességgel,  $\alpha = 30^\circ$ .
- Mennyi a  $P$  pontban a három vezetőtől származó eredő mágneses térerősség?
  - Mekkora és milyen irányú erő hat a részecskére ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$ )?

- 131.** Egy szorosan tekercselt toroid belső sugara 1cm, a külső sugara pedig 2cm. A toroid belsejében levegő van, 1000 menetes, és a benne folyó áramerősség 2,5A.
- Mekkora a mágneses indukció 1,2 cm távolságban a középponttól?
  - Mekkora a mágneses indukció 1,5 cm távolságra a középponttól?

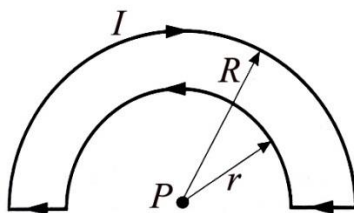
132. Egy kör alakú áramjárta vezeték sugara 3cm, és benne 2A erősségű áram folyik. Mekkora a mágneses indukció nagysága a hurok tengelye mentén

a) a hurok közepében b) 4 cm távolságban a kör középpontjától?

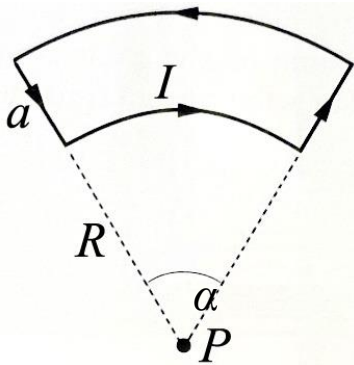
133. Mekkora a mágneses indukció a  $P$  pontban, ha az áramerősség  $I = 5A$ , a kör sugara pedig  $R = 15cm$ ?



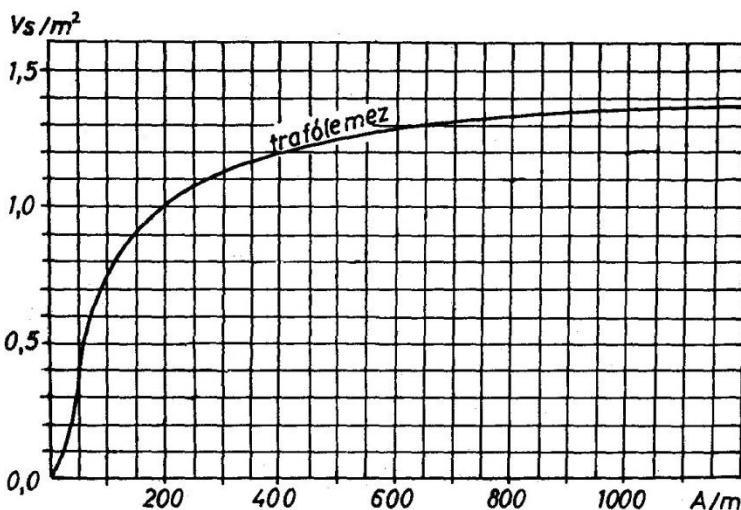
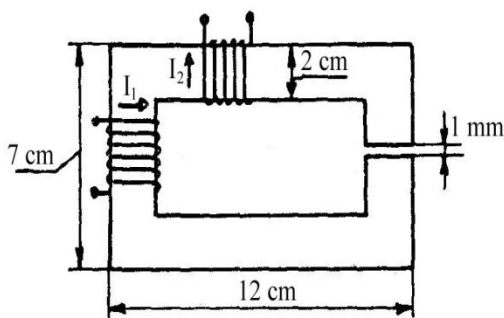
134. Mekkora a mágneses indukció a  $P$  pontban, ha az áramerősség 15A, a sugarak pedig  $r = 5cm$  illetve  $R = 8cm$  nagyságúak?



135. Mekkora a mágneses indukció a  $P$  pontban, ha az  $\alpha$  szög  $60^\circ$ , az áramerősség  $I = 12A$ , a belső sugár  $R = 6cm$ , az  $a$  távolság pedig 4cm?



136. Az ábra szerinti, négyzet keresztmetszetű, állandó vastagságú vasmag anyaga trafólemezzel, az 1-es tekercs menetszáma 1000, a 2-esé 600. Milyen erős áramnak kell folynia az 1. tekercsben, hogy a légrésben a mágneses indukció 1,3 T legyen, ha a másik tekercs árammentes? Hogyan válasszuk meg az  $I_2$  áramintenzitás értékét, ha a légrésben csak 1T indukció szükséges, de  $I_1$  ugyanakkora, mint az előbbi esetben?

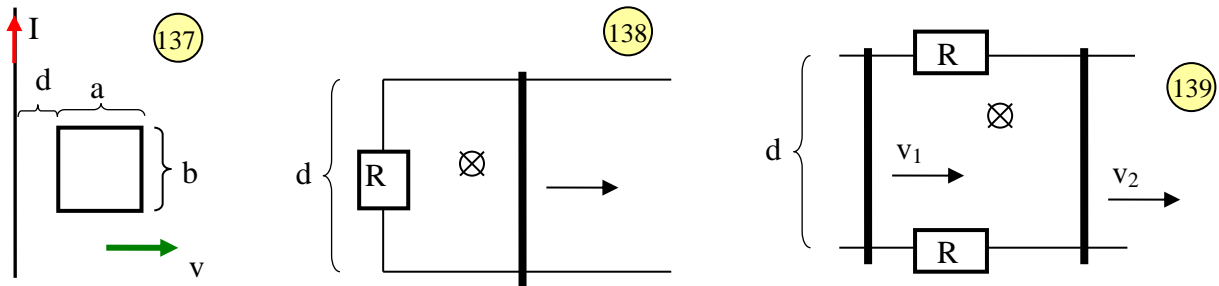


**137.** Az ábrán látható vezetőkeret  $v$  sebességgel egyenletesen távolodik a síkjában fekvő, igen hosszú,  $I$  intenzitású stacionárius árammal átjárt huzaltól. A keret  $\rho$  fajlagos ellenállású homogén drótból készült, keresztmetszete mindenütt  $A$ . A keret bal oldala kezdetben  $d$  távolságra van a hosszú vezetéktől. Merre folyik a dróthurokban az áram, és hogyan változik az erőssége? Az indukált áram mágneses terét hanyagoljuk el! (ábra a következő oldalon)

**138.** Vízszintes síkban fekvő, egymástól  $d$  távolságra levő, párhuzamos vezető sínek egyik végét  $R$  ellenállással kötöttük össze. A sínekre merőlegesen egy, azokat összekötő, elhanyagolható ellenállású fém rudat húzunk vízszintes, a rúdra merőleges, állandó  $F$  erővel. A rúd függőleges  $B$  indukciójú homogén mágneses térben mozog. A súrlódástól eltekintünk. (ábra a következő oldalon)

a) Mekkora sebességre gyorsul fel a rúd?

b) Mekkora áram folyik át az ellenálláson ennél a sebességnél?

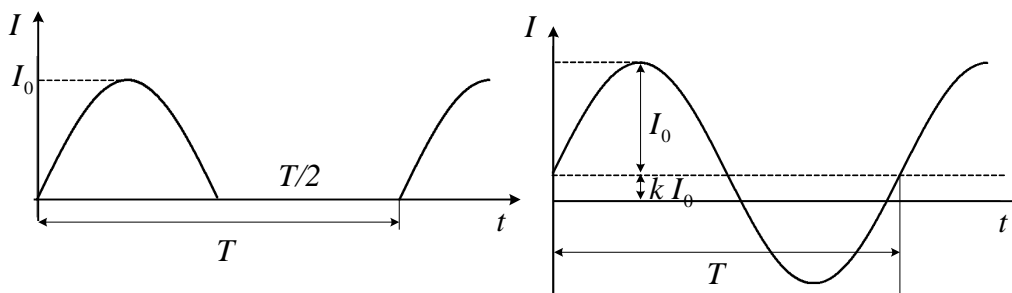


**139.** Az előző feladathoz hasonló az elrendezés, de most két ellenállás van és két rúd mozog, rögzített  $v_1$  és  $v_2$  sebességgel. Mekkora áram folyik át a rudakon?

**140.** A Föld mágneses terének függőleges komponense a vizsgált helyen  $20 \text{ A/m}$ . Határozzuk meg az  $1,44 \text{ m}$  nyomtávú síneken  $108 \text{ km/h}$  sebességgel haladó vonat esetén a vonat tengelyében indukált feszültséget, amely a sínek között mérhető?

**141.** Egy transzformátor vasmagjában  $4 \cdot 10^{-4} \text{ Vs}$  csúcsertékű szinuszosan változó fluxus van. Mekkora maximális feszültség indukálódik a vasmagon elhelyezett  $250$  menetű tekercsben, ha a frekvencia  $500 \text{ Hz}$ ?

**142.** A rajzokon látható görbe vonalak szinusz függvényt ábrázolnak. Számítsuk ki a két periodikus váltakozó áram effektív erősségét.



**143.** Egy  $1\Omega$  és egy  $2\Omega$  ellenállású félkör alakú vezetőlél teljes kört hoztunk létre. Ezt homogén mágneses mezőbe helyezük az indukcióra merőleges síkban. Az indukció nagyságának változási gyorsasága  $80 \text{ T/s}$ , a kör sugara  $15 \text{ cm}$ . Mekkora a körben indukálódott elektromotoros erő és az áramerősség? Mekkora az elektromos mező térerőssége a vezeték-szakaszok belsejében?

**144.** Homogén mágneses mezőben az indukcióra merőleges síkban elhelyeztünk egy  $2 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$  területű zárt fémkeretet. Mennyi töltés áramlik át a téglalap alakú keret egy oldalának keresztmetszetén, ha a keretet a hosszabbik oldalával párhuzamosan, vagy a rövidebbik oldalával párhuzamosan kihúzzuk a mágneses mezőből? A mező indukciója  $0,2 \text{ T}$  nagyságú, a keret ellenállása  $0,01 \Omega$ .

**145.** Egy 15 cm hosszúságú, 3000 menetes,  $5 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű tekercs belsejébe helyezünk egy 12 cm hosszú, 1500 menetes,  $2 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű tekercset úgy, hogy a két tekercs tengelye egybeessen. A külső tekercset változó feszültségre kapcsoljuk, a benne folyó váltóáram csúcsértéke 2A, frekvenciája 50 Hz. Írja fel, és ábrázolja a belső tekercsben indukálódó elektromotoros erőt! Állapítsa meg, melyek azok az időpontok, amikor az indukált elektromotoros erő nulla! Ábrázolja a külső tekercsben folyó áram erősségének időtől való függését is, s hasonlítsa össze a két grafikont!

**146.** Homogén mágneses mezőben egy 20 cm oldalhosszúságú,  $0,01 \Omega$  ellenállású rövidre zárt vezetőkeret forog  $360 \text{ min}^{-1}$  fordulatszámmal a  $0,5 \text{ T}$  nagyságú indukcióra merőleges tengely körül. Mekkora a keret forgatásához szükséges maximális forgatónyomaték, ha a légellenállástól, súrlódástól és az önindukció jelenségétől eltekintünk?

**147.** Igen hosszú, egyenes tekercs vékony, kör keresztmetszetű, homogén mágneses mezőt hoz létre a benne folyó áram következtében. Az áram változása miatt az indukció változási gyorsasága  $4 \text{ T/s}$ . A tekercs keresztmetszete  $16 \text{ cm}^2$ . Mekkora az indukált elektromos mező térerőssége a tekercs tengelyétől 1 cm-re, illetve 6 cm-re?

**148.** A  $B=2V \cdot s \cdot m^{-2}$  indukciójú homogén mágneses térben az indukcióvonalakra merőleges tengely körül 4 cm oldalú, négyzet alakú vezetőkeretet forgatunk  $n = 25 \text{ s}^{-1}$  fordulatszámmal. A forgástengely a négyzet egyik középvonala. A keret ellenállása  $0,1 \Omega$ . Hogyan változik az indukált feszültség és az áramerősség az időben, mekkorák a csúcsértékek?

**149.** Határozzuk meg és ábrázoljuk az áramerősség változását az idő függvényében, ha a  $300 \Omega$  ellenállású 3 H induktivitású légmagos tekercset 30 V egyenfeszültségről lekapcsolás közben rövidre zártuk.

**150.** A  $100 \Omega$  ellenállású 10 mH induktivitású légmagos tekercset 100 V nagyságú egyenfeszültségre kapcsolunk. A bekapcsolás után mennyi idő múlva lesz az áramerősség  $0,7 \text{ A}$ ?

**151.** A 3 H induktivitású és  $200 \Omega$  ellenállású jelfogó  $0,03 \text{ A}$  áramerősségnél húz meg. Mekkora egyenfeszültség mellett működik a jelfogó  $2,4 \text{ ms}$ -os késleltetéssel?

**152.** Egy  $C$  kapacitású kondenzátort  $U$  potenciálkülönbségre töltünk, majd  $R$  ellenálláson keresztül kisül. Határozzuk meg és ábrázoljuk, hogyan változik az időben a kondenzátor energiája.

**153.** Mekkora feszültségre töltődik fel  $0,01 \text{ s}$  alatt egy elhanyagolhatóan kicsi belső ellenállású  $300 \text{ V}$ -os áramforrásról  $10 \text{ k}\Omega$  ellenálláson keresztül egy  $8 \mu\text{F}$  kapacitású kondenzátor? Határozzuk meg az időállandó értékét.

**154.** Két ideális kapcsolási elemet tartalmazó soros áramkörre  $U = 150 \sin 250t$  (V) feszültséget kapcsolunk, amelynek hatására  $i = 1,5 \sin \left( 250t - \frac{\pi}{4} \right)$  (A) áram folyik. Milyen elemekről van szó?

**155.** Soros RLC kört ( $R=100\Omega$ ,  $L=0,2\text{H}$  és  $C=20\mu\text{F}$ ) egy szokványos  $50\text{Hz}$ -es,  $U=230\text{V}$  effektív értékű feszültségre kapcsolunk.

a) Mekkora az áramerősség effektív és maximális értéke és a teljesítmény?

b) Hogyan kell a feszültségforrás frekvenciáját változtatni, hogy rezonancia lépjen fel (vagyis mekkora az  $f_r$  rezonancia frekvencia)?

c) A fenti rezonanciafrekvenciánál mekkora lesz az effektív és maximális áramerősség, illetve a teljesítmény?

**156.** Egy ismeretlen induktivitású és belső ellenállású reális tekercsrel sorosan kapcsolunk egy  $15 \mu\text{F}$  kapacitású kondenzátort. Ekkor az áramkör rezonanciafrekvenciája  $f_R=50 \text{ Hz}$ . Mekkora kondenzátort kellene az első helyére bekötnünk, hogy a rezonancia  $200 \text{ Hz}$ -nél lépjen fel?



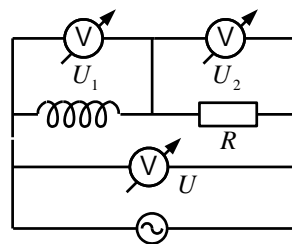
**157.** Sorba kötött ohmos fogyasztót és ideális tekercset váltakozó áramú hálózatra kapcsolunk. Az áramerősség fáziskésése a kapocsfeszültséghez képest  $\pi/3$ . Hányszorosára változik a felvett teljesítmény, ha azonos effektív értékű, de kétszer akkora frekvenciájú feszültségre kapcsoljuk az elrendezést?

**158.** 230 V effektív feszültséget adó, változtatható frekvenciájú váltakozó áramú generátorra egy ismeretlen  $L$  önindukciós tényezőjű és  $R$  ohmikus ellenállású tekercset és egy  $42 \mu F$  kapacitású kondenzátort sorosan kapcsolunk. Ekkor  $f=100 \text{ Hz}$  frekvencia esetén legnagyobb az áramerősség, és értéke  $1,6 \text{ A}$ . Mekkora  $R$  és  $L$ ?

**159.** 110 V-os, 60W-os égőt szeretnénk üzemeltetni 230 V-os, 50 Hz-es hálózatról. Az üzemeltetéshez vagy egy ohmos ellenállást, vagy egy kondenzátort kell sorba kötnünk az égővel. Mekkora ellenállásra, ill. kapacitásra lenne szükség az égő üzemeltetéséhez? A két megoldás közül melyik gazdaságosabb? Mennyi energiát takaríthatunk meg 3 óra alatt?

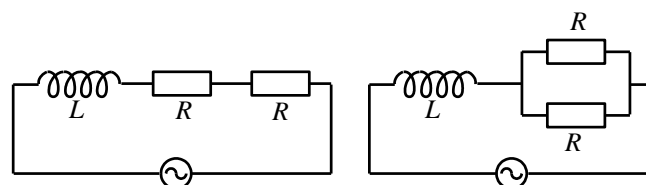
**160.** Ohmos fogyasztó és ideális tekercs sorba van kötve. Ha erre az elrendezésre 300 V-os állandó feszültséget kapcsolunk, a felvett teljesítmény 90 W. Ha a kapocsfeszültség 50 Hz frekvenciával szinuszosan változik és csúcserőértéke 300 V, az elrendezés csak 13 W-ot vesz fel. Mekkora a fogyasztó ellenállása és a tekercs induktivitása?

**161.** Az ábrán vázolt kapcsolásban a fogyasztó ellenállása  $R$ , a végtelen belső ellenállású voltmérőkről  $U_1$ ,  $U_2$ , illetve  $U$  feszültséget olvashatunk le. Mekkora teljesítményt vesz fel a tekercs (nem ideális)?



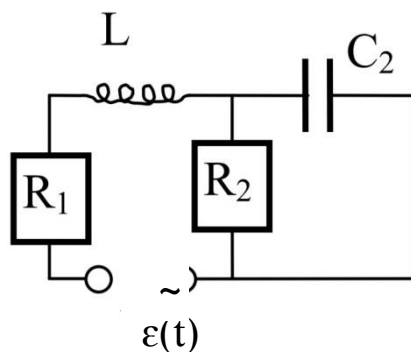
**162.** Egy kondenzátort és egy ohmos ellenállást sorba kapcsolunk, és váltakozó áramú hálózatra kötjük. A hálózat frekvenciája 150 Hz, a kialakuló áram effektív erőssége 5 A. Az ellenálláson a feszültség csúcserőértéke 180 V, a kondenzátoron pedig 220 V. Mekkora az ellenállás értéke? Mekkora a kondenzátor kapacitása? Mekkora a fáziseltolódás szöge? Mekkora az effektív teljesítmény? Mekkora a hálózati feszültség effektív értéke?

**163.** Ismeretlen  $R$  nagyságú ellenállásokból és 0,4 H önindukciójú tekercsből az ábrán szereplő két kapcsolást állítjuk össze. A két elrendezést ugyanarra az 50 Hz-es hálózatra kapcsoljuk. Mindkét körben azonos a hatásos teljesítmény. Mekkora az  $R$  ellenállás értéke? Mekkora a fáziseltolódás szöge a két esetben?



**164.** Határozzuk meg az ábrán látható (következő oldalon) váltóáramú áramkör komplex impedanciáját, a 230V effektív feszültségű és 50Hz-es szinuszos generátorból kifolyó áram fázisszögét a generátor feszültségéhez képest és az áram effektív értékét, ha

$$R_1 = 10 \Omega, R_2 = 100 \Omega, L = \frac{1,3}{\pi} \text{ H és } C = \frac{100}{\pi} \mu F.$$



**165.** Katódsugárcsőben a  $2 \cdot 10^6$  m/s nagyságú sebességre felgyorsított elektronok  $1 \mu\text{A}$  erősségű áramot képviselnek. Hány elektron halad át másodpercenként a cső keresztmetszetén? Hány elektron van a sugár 10 cm hosszán? Mekkora indukciójú mágneses mezőt hoz létre a katódsugár tőle 1 cm távolságban? Ha az elektronsugarat homogén  $10^{-4}$  T nagyságú mágneses mezőbe helyezzük, mekkora erő hat ott egy-egy elektrorra, ha a mező indukciója merőleges a katódsugárra?

**166.** Egy kezdetben töltetlen, két  $r = 10$  cm sugarú fémkorongból álló és  $C = 50$  mC kapacitású kondenzátort egy  $R = 100 \Omega$  ellenállással sorosan rákapcsolunk egy  $\varepsilon = 220$  V egyenfeszültséget biztosító telepre (soros RC kör). Mekkora és milyen irányú a mágneses indukció a kondenzátor lemezei között a tengelytől  $r_1 = 5$  cm távolságban, a bekapcsolás után  $t = 2$  s idővel.

**167.** Egy síkkondenzátor fegyverzetei 3cm sugarú körlemezek, melyek egymástól 1,2mm távolságra vannak. A lemezek töltésének pillanatnyi üteme 5A.

- Mekkora a lemezek közötti elektromos térerősség változási gyorsasága?
- Számítsa ki a lemezek közötti eltolási áramot.

**168.** Egy levegővel töltött térrészben az elektromos térerősség nagysága az idő függvényében a következő módon változik:  $E(t) = 0,04 \sin(1600 \frac{1}{5} t)$  [V/m].

Mekkora az eltolási áram maximális értéke egy  $1\text{m}^2$  nagyságú felületre nézve, amelynek síkja merőleges az elektromos térerősség vektorra?

**169.** Elektromágneses hullám elektromos terét leíró függvény a következő:  $\vec{E} = 150\vec{e}_y \cos(6\pi 10^7 t - 0,2\pi x)$  [V/m].

Számítsa ki a hullámhosszat, fázissebességet, periódusidőt, a fázisterjedés irányát, a mágneses mező, az EM energiasűrűség és a Poynting-vektor amplitúdóját!

**170.** Vákuumban, az  $x$  tengely mentén a pozitív  $x$  értékek irányába haladó  $EM$  síkhullám elektromos terének amplitúdója  $\vec{E}_0 = 100\vec{e}_y$  [V/m], frekvenciája  $f = 10^7$  Hz. Adja meg az elektromos és mágneses mezők leírását, mint a hely és idő függvényét (a fázisállandó legyen 0). További kérdések: hullámhossz, körhullámszám, körfrekvencia, periódusidő, az  $EM$  energiasűrűség és a Poynting-vektor amplitúdója.

**171.** Az elektromos térerősség átlagértéke egy vákuumban terjedő elektromágneses hullámban:

$$\langle E \rangle = 380\text{V/m.}$$

- Mekkora a mágneses indukció átlagértéke?
- Mekkora az átlagos energiasűrűség?
- Mekkora az intenzitás?

**172.** A mágneses indukció átlagértéke egy vákuumban terjedő elektromágneses hullámban:

$$\langle B \rangle = 0,325\mu\text{T.}$$

- Mekkora az elektromos térerősség átlagértéke?
- Mekkora az átlagos energiasűrűség?
- Mekkora az intenzitás?