

Megoldási útmutató fizikából

I. Számításos feladatok

1. (10.14.)

5 m/s nagyságú kezdősebességgel függőlegesen lefelé hajtunk egy követ. Mennyi idő alatt négyszereződik meg a kő mozgási energiája? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Adatok: $v_0 = 5 \text{ m/s}$, $E / E_0 = 4$, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A mozgási energia változását megadó feltétel alapján a kő elért v sebessége meghatározható:

$$\frac{E}{E_0} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{\frac{1}{2}mv_0^2} = \frac{v^2}{v_0^2} = 4 \Rightarrow v = 2v_0 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

5 pont

A függőlegesen lefelé irányuló hajtás kinematikai törvényei alapján a vizsgált mozgás t ideje számolható:

$$v = v_0 + gt \Rightarrow t = \frac{v - v_0}{g} = 0,5 \text{ s}.$$

A kő mozgási energiája 0,5 másodperc alatt négyszereződik meg.

5 pont

Összesen: 10 pont

2. (23.26.)

Azt akarjuk elérni, hogy egy prizma egyik lapjára merőlegesen beeső fénysugár a másik lapon 45° -os törési szögben lépjen ki. Mekkora méretezzük a prizma törőszögét, ha anyagának törésmutatója 1,5? (Törőszögön a prizma törőlapjai által bezárt szöget értjük.)

Adatok: $\beta = 45^\circ$, $n = 1,5$.

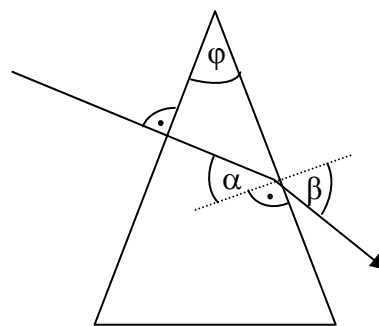
A vázlatos sugármenet a mellékelt ábrán látható.

3 pont

A második törősíknál fellépő α beesési szög a törési törvényből számolható:

$$\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{1}{n} \Rightarrow \sin(\alpha) = \frac{\sin(\beta)}{n} \Rightarrow \alpha = 28,13^\circ$$

7 pont



Az α -val jelölt beesési szög és a prizma φ törőszöge merőleges szárú szögek, így egyenlők: $\varphi = \alpha = 28,13^\circ$. A prizma törőszögét $28,13^\circ$ -ra kell méretezni.

5 pont

Összesen: 15 pont

3. (26.29.)

A $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ nyomású, 2 m^3 térfogatú, 77°C hőmérsékletű nitrogéngázzal állandó nyomáson $3,5 \cdot 10^6 \text{ J}$ hőt közlünk.

a) Mekkora lesz a gáz térfogata és hőmérséklete a hőközlés után?

b) Mennyivel változik meg a gáz energiája a hőközlés miatt?

c) Mennyi munkát végez a gáz melegítés közben?

(A Boltzmann-állandó értéke $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$.)

Adatok: $p = 3 \cdot 10^5$ Pa, $V_1 = 2$ m³, $T_1 = 77$ °C = 350 K, $Q = 3,5 \cdot 10^6$ J.

a) Ismeretes, hogy izobár melegítés esetén a közölt hő és az állapotváltozók között teljesül a következő összefüggés:

$$Q = \frac{f+2}{2} p \Delta V$$

Felhasználva, hogy nitrogéngáz esetén $f = 5$, a térfogatváltozás számolható:

$$\Delta V = \frac{2Q}{(f+2)p} = 3,33 \text{ m}^3.$$

A hőközlés után a gáz térfogata $V_2 = V_1 + \Delta V = \underline{5,33 \text{ m}^3}$.

4 pont

A gáz melegítés utáni T_2 hőmérséklete az egyesített gáztörvény alapján kapható:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = 933,3 \text{ K} = 660,3^\circ\text{C}.$$

4 pont

b) A gáz energiaváltozása az állapotváltozók ismeretében számolható:

$$\Delta E = \frac{f}{2} p \Delta V = 2,50 \cdot 10^6 \text{ J}.$$

4 pont

c) A gáz által végzett munka:

$$W = Q - \Delta E = p \Delta V = 1,00 \cdot 10^6 \text{ J}.$$

3 pont

Összesen: 15 pont

4. (16.23.)

Egy kezdetben nyugvó elektront 1500 V feszültséggel felgyorsítjuk, majd homogén mágneses mezőbe vezetjük a mágneses indukcióra merőleges irányban.

a) Mekkora sebességre gyorsul az elektron az elektromos mezőben?

b) Mekkora a mágneses indukció nagysága, ha a mágneses mezőben az elektron 1 cm sugarú körpályán halad?

(Az elektron töltésének nagysága $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, tömege $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.)

Adatok: $U = 1500$ V, $R = 1$ cm, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

a) A felgyorsult elektron v sebessége a munkatétel alapján kapható:

$$\frac{1}{2} m v^2 = eU \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} = 2,30 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

8 pont

b) Az elektron a mágneses mezőben egyenletes körmozgást végez. A dinamika alaptörvénye alapján:

$$m \frac{v^2}{R} = e v B \Rightarrow B = \frac{m v}{e R} = 1,31 \cdot 10^{-2} \text{ T}.$$

12 pont

Összesen: 20 pont

II. Kísérletelemzés (15.68.)

5. Egy változtatható ellenállást akkumulátorra kapcsolunk, és mérjük az ismert ellenállásértékekhez tartozó áramerősség-értékeket. A mért adatokat táblázatba foglaltuk.

$R_k (\Omega)$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$I (\text{mA})$	83,3	71	62,2	55,6	50,1	45,4	41,6	38,4	35,7	33,3

- a) Határozza meg a mérési adatokból az akkumulátor belső ellenállását és elektromotoros erejét!
 b) Határozza meg a változtatható ellenállás táblázatban szereplő értékeinél a rajta megjelenő elektromos teljesítményt, majd ábrázolja a kapott értékeket teljesítmény-ellenállás grafikonon! A grafikon alapján döntse el, hogy mekkora ellenállás esetén legnagyobb a kivett teljesítmény!

Megoldás:

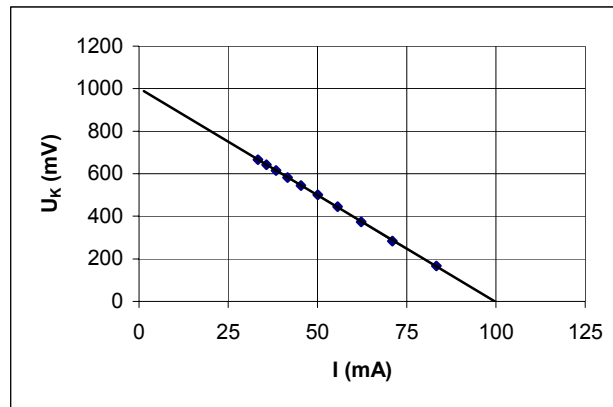
a) A mérési eredmények alapján a kapocsfeszültségek ($U_k = R_k I$) meghatározhatók.

$R_k (\Omega)$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$I (\text{mA})$	83,3	71	62,2	55,6	50,1	45,4	41,6	38,4	35,7	33,3
$U_k (\text{mV})$	166,6	284	373,2	444,8	501	544,8	582,4	614,4	642,6	666

Ha az ε elektromotoros erejű, R_b belső ellenállású akkumulátorból I erősségű áram folyik, akkor az U_k kapocsfeszültségre teljesül, hogy:

$$U_k = \varepsilon - R_b I .$$

Az $U_k(I)$ függvény lineáris és tengelymetszetei az ε elektromotoros erő, ill. az $I_{\max} = \varepsilon / R_b$ rövidzárási áram.



Ha a mérési adatokat ábrázoljuk az $U_k - I$ grafikonon, és a pontokra egyenest illesztünk, akkor leolvasható, hogy az akkumulátor elektromotoros ereje és rövidzárási árama:

$$\varepsilon = 1000 \text{ mV} = 1 \text{ V}, \quad I_{\max} = 100 \text{ mA}.$$

Az akkumulátor belső ellenállása: $R_b = \frac{\varepsilon}{I_{\max}} = 10 \Omega .$

12 pont

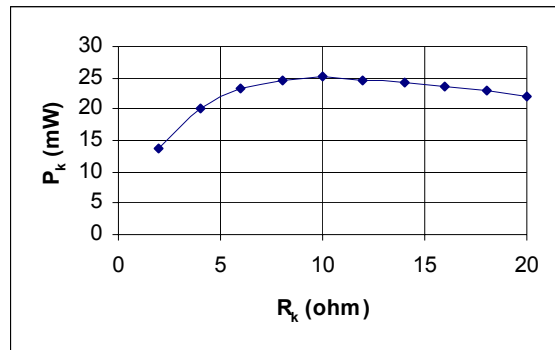
b) A külső ellenálláson megjelenő teljesítmény számolható minden alkalmazott R_k ellenállás esetén ($P_k = R_k I^2$).

$R_k (\Omega)$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$I (\text{mA})$	83,3	71	62,2	55,6	50,1	45,4	41,6	38,4	35,7	33,3
$P_k (\text{mW})$	13,88	20,16	23,21	24,73	25,10	24,73	24,23	23,59	22,94	22,18

Az eredményeket $P_k - R_k$ grafikonon ábrázolva látható, hogy a teljesítmény $R_k = 10 \Omega$ esetén maximális. (Az eredmény összhangban van azzal az ismert ténnyel, hogy a külső teljesítmény akkor maximális, ha a külső és a belső ellenállás egyenlő.)

8 pont

Összesen: 20 pont



III. Elméleti kérdés (3.41.)

6. Fogalmazza meg a lendületmegmaradás törvényét! (Válaszában térjen ki a következőkre: hogyan értelmezzük a lendületet; fogalmazza meg a törvényt; fejtse ki a törvény teljesülésének feltételeit; írjon le legalább 2 konkrét jelenséget, amelyben teljesül a törvény!)

Egy m tömegű, \vec{v} sebességű tömegpont lendületét a tömeg és sebesség szorzataként értelmezzük. A lendületet általában \vec{p} -vel, vagy \vec{I} -vel jelöljük: $\vec{p} = m\vec{v}$. A lendület vektormennyiség, iránya a sebesség irányával azonos, mértékegysége $\text{kg}\cdot\text{m/s}$, más elnevezése impulzus.

6 pont

(Tömegpontrendszer lendületén a rendszert alkotó tömegpontok lendületeinek az összegét értjük. Hasonlóan értelmezhető a folytonos anyageloszlású test, testrendszer lendülete is. Kimutatható, hogy tömegpontrendszer, test, illetve testrendszer lendülete az össztömeg és a tömegközéppont sebességének szorzataként is számolható.)

Lendületmegmaradás törvénye: Zárt rendszerben a testek lendületeinek az összege állandó. Például két test esetén, –értelemszerű jelölésekkel-: $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$.

6 pont

Testeknek valamely rendszerét akkor nevezzük zártnak, ha a rendszerhez tartozó testekre vagy egyáltalán nem hatnak külső erők, vagy az összes külső erő vektorösszege nulla. (Külső erőn a rendszerhez nem tartozó test, vagy mező által kifejtett erőt értünk.)

4 pont

A vizsgázótól elvárjuk, hogy ismertessen legalább két konkrét szituációt, amelyben teljesül a lendületmegmaradás törvénye. (Például: ütközések, szétlökődés, szétrobbanás, atommag bomlása.)

4 pont

Összesen: 20 pont

A dolgozattal elérhető 100 pont. Az értékelésben 0 – 19 pontig elégtelen, 70 ponttól jeles. A jeles osztályzat alsó határától (70 pont) és az elégtelen felső határától (19 pont) ± 3 ponttal el lehet térni. A közbülső osztályzatokat a kialakult gyakorlatnak megfelelően állapítsuk meg. Az itt közölt megoldásoktól eltérő megoldásokat is el kell fogadni, de minden feladatnál csak egy megoldást értékeljünk a megadott pontszámokkal.