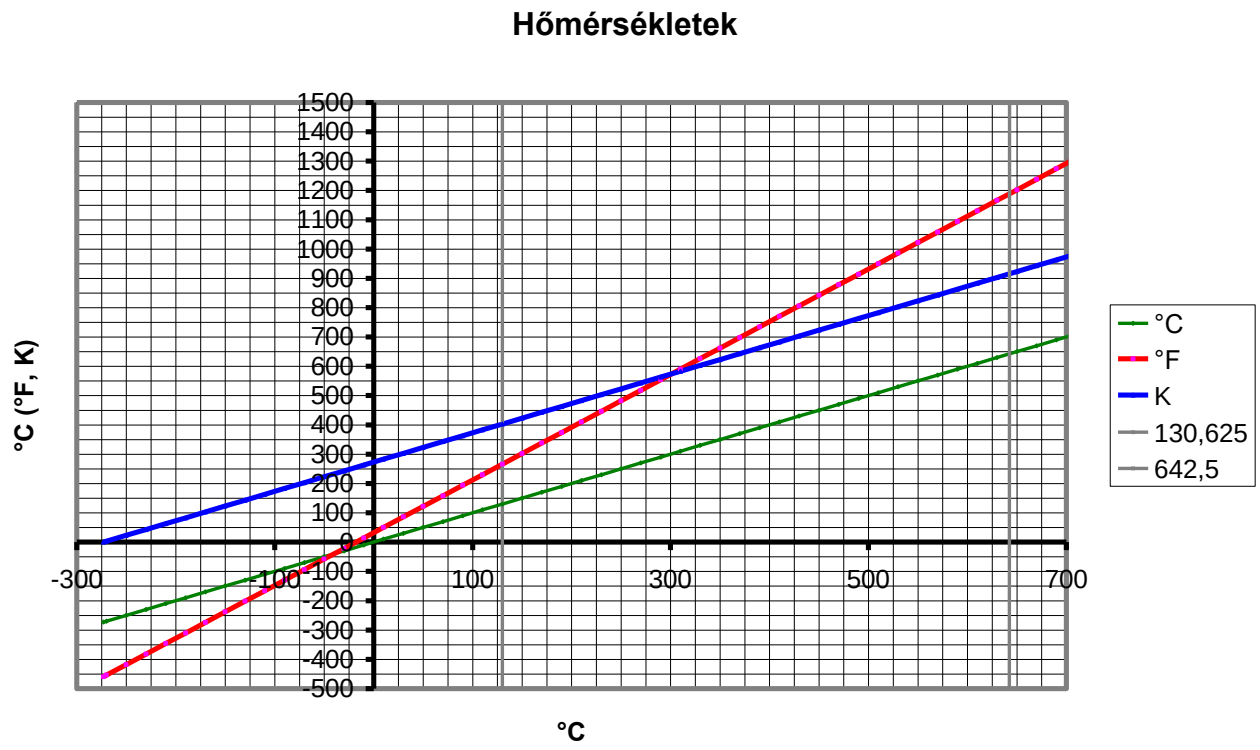
**A fizika feladatok megoldása**

**F.1. Hőmérő**

Nem is gondolnánk, hogy a hőmérő, illetve a hőmérséklet fogalma mindössze háromszáz éves. Fahrenheit 1720-ban vezette be hőmérsékleti skáláját, Celsius 1741-ben. (Valójában az első folyadék-üveg hőmérőt F. Medici már 1657-ben kifejlesztette.) A Kelvin skálát 1848-ban W. Thomson javasolta.

25 gramm argon gáz kezdeti hőmérsékletéhez két skálán azonos számérték tartozik. Végállapotban az egyik hőmérséklet számértéke a másik kettő számtani közepe. Mennyit változott a gáz energiája a kezdő és a végállapot között?
A 0°C hőmérséklet 32°F, a 100°C hőmérséklet 212°F.

**Megoldás:**
I. Ábrázoljuk a hőmérsékleteket a Celsiusban mért hőmérséklet függvényében!




Láthatóan két metszéspont van. Az elsőnél a Celsiusban, illetve Fahrenheitben, a másodiknál a Kelvinben és a Fahrenheitben mért hőmérséklet számértéke egyezik meg. Ezek pontos értéke:

$$\text{a, } \frac{9}{5}C + 32 = C \Rightarrow C = -40 \qquad \text{b, } \frac{9}{5}C + 32 = C + 273 \Rightarrow C = 301{,}25$$

Itt C-vel jelöltük a Celsiusban mért hőmérséklet számértékét.

A két (szürke) függőleges mutatja azokat a Celsiusban mért hőmérsékleteket, ahol valamelyik érték a másik kettő számtani közepe, azaz éppen a másik kettő között helyezkedik el középen. Ezek pontos értéke:

c, $\frac{C+C+273}{2}=\frac{9}{5}C+32 \Rightarrow C=130{,}625$ d, $\frac{\frac{9}{5}C+32+C}{2}=C+273 \Rightarrow C=642{,}5$

A grafikon alapján látható, hogy nincs több eset.

II. 25 g argon gáz $n=\frac{25}{40}mól=0{,}625\ mól$, mert az argon móltömege 40. A részecskék száma:

$N=N_A\cdot n=6\cdot 10^{23}\cdot 0{,}625=3{,}751\cdot 10^{23}$. A gáz energiája csak a hőmérséklettől függ: $E=\frac{f}{2}NkT$.

Ezért az energiaváltozása: $\Delta E=\frac{f}{2}Nk\Delta T$. Mivel f = 3, $\Delta E=\frac{3}{2}\cdot 3{,}75\cdot 1{,}38\cdot \Delta T=7{,}7625\cdot \Delta T(J)$

Négy lehetséges eset adódik a két lehetséges kiindulási és a két lehetséges véghőmérséklet alapján. Ezeket táblázatba foglalva:

| ΔT(K) | ΔE(J) |
|---|---|
| 170,625 | 1324,5 |
| 682,5 | 5298 |
| -170,625 | -1324,5 |
| 341,25 | 2649 |

| 10 | |
|---|---|

**F.2. Léggömb**

(Photo by Roland Escher; Lindstrand Cloudhopper and MacNutt Ran-out-of-Pink experimental balloon; taken at Albuquerque International Balloon Fiesta in 2003)

Az első léggömböket, léghajókat forró levegővel, majd hidrogénnel, aztán héliummal töltötték meg. A hidrogén nagyon jó volt erre a célra, de sok balesetet okozott, ezért főleg levegőt vagy héliumot használnak a hőlégballonokban. Meteorológiai ballonok esetén általában hidrogén a töltőgáz.

Egy 2800 köbméteres hőlégballont a benne lévő 20°C hőmérsékletű levegő még nem tudja megemelni. Ha a levegő hőmérséklete 120°C, akkor már 867,3 kg terhet képes felemelni.

https://en.wikipedia.org/wiki/Hot_air_balloon

Mekkora terhet tudna felemelni ugyanekkora térfogatú ballon 20°C-os héliummal, illetve hidrogénnel töltve?

**Megoldás:**

Annyival több terhet tud felemelni, amennyivel a töltőgáz könnyebb a levegőnél.

A levegő tömege 120°C-on: $pV = NkT$, valamint $n = N / N_A$.

Ezekből: $n = \frac{1}{N_A}\frac{pV}{kT}$. A gáz tömege. $m = n \cdot M / 1000\ kg$

A móltömegek:

Hélium: 4 g, hidrogén 2 g, levegő 29 g. Az utóbbit vagy megnézzük, vagy úgy adódik, hogy

$M = 0{,}21 \cdot 32 + 0{,}78 \cdot 28 + 0{,}01 \cdot 40 = 29\ (g/mól)$

Így a levegő tömege 3347 kg, a hélium tömege 461 kg, a hidrogén tömege 231 kg.

$\Delta m_{He} = 2886\ kg$

$\Delta m_{H_2} = 3065\ kg$

Ezek alapján a terhelhetőség:

Héliumnál: 2886 + 867,3 = 3753 (kg), hidrogénnél: 3065 + 867,3 =3932 (kg).

(Kiszámolható a léggömb össztömege, de ez nem szükséges a megoldáshoz.)

| 10 | |
|---|---|

## F.3. Gömbspektroszkóp

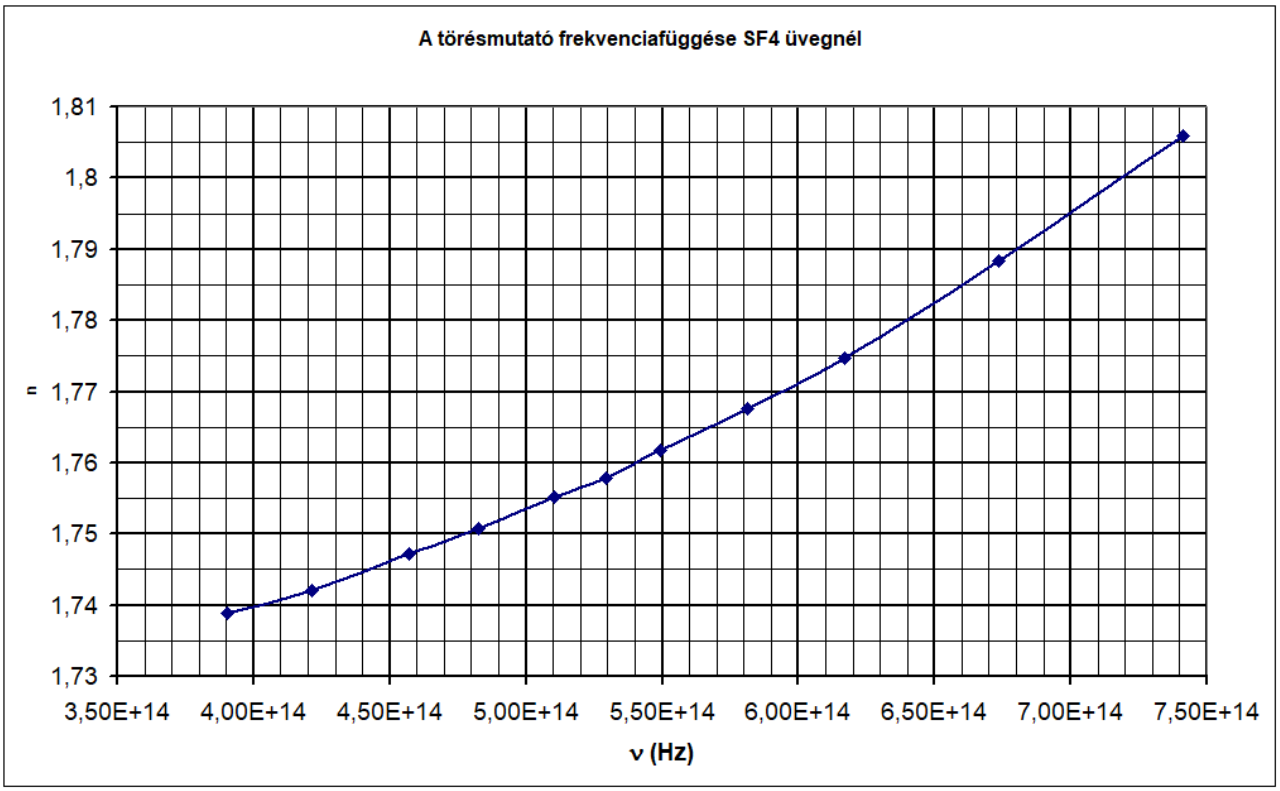
A színkép vizsgálatához többnyire prizmát vagy optikai rácsot használunk. A feladatban egy SF4 üvegből készült gömbre irányítunk különböző színű fénysugarakat. A gömb sugara 12 cm. A középponton áthaladó függőleges síkban érkeznek a fénysugarak a gömbhöz. A fénysugarak az alátámasztás síkjától 1,566 cm távolságban, azzal párhuzamosan érkeznek a gömbhöz.

http://photoshop-kepszerkeszte.lapunk.hu/

a, Hol lép ki a gömbből az a fénysugár, amelyik majd az alapsíkot metszi, ha az érkező fény hullámhossza 768,2 nm?

b Hány fokkal arrébb lép ki a gömbből 404,7 nm hullámhosszú fénysugár, ha ugyanúgy érkezik a gömbhöz, mint az előző?

Az üveg törésmutatója a fény frekvenciájának függvényében a grafikonon látható.

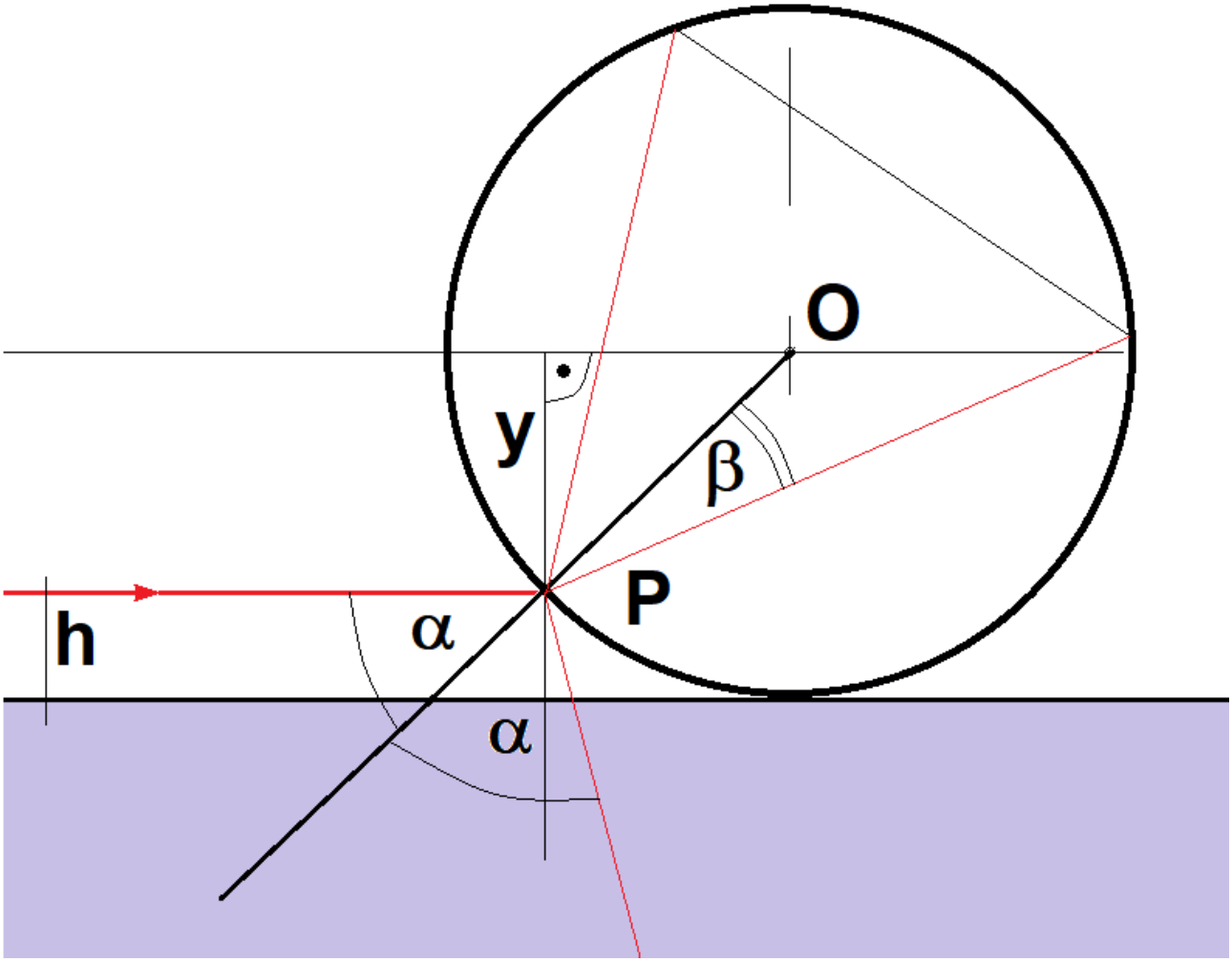



**Megoldás:**

a, Az érkező fény frekvenciája a hullámhossz alapján:

$$\nu = c/\lambda = 3\cdot 10^8 / 768{,}2\cdot 10^{-9}\,Hz = 3{,}9052\cdot 10^{14}\,Hz$$

Ezzel, a grafikon alapján $n = 1{,}739$ .




A h magasságban érkező fénysugár y-nal van a középpont alatt:

$$y = R - h = 12 - 1{,}566 = 10{,}434$$

A sugár és y segítségével a P pontbeli beesési szög:

$$\sin\alpha = y / R = 0{,}8695$$

Így $\alpha = 60{,}4°$.

A törési törvény alapján:

$$\frac{\sin 60{,}4°}{\sin\beta} = 1{,}739 \Rightarrow \sin\beta = 0{,}5 \Rightarrow \beta = 30°$$

Ezért a fény a gömb felületéről kétszer visszaverődve visszaérkezik a P pontba, miközben egy szabályos háromszöget alkotnak a fényszakaszok.

b, Itt a P pontban nézzük a kilépést, ami a törési törvény alapján a törési szög 60,4°lesz. A fény az ábrán látható módon halad és a függőlegessel 30,8° szöget zár be.

404,7 nm hullámhosszú fény esetén a frekvencia $\nu = 7{,}413 \cdot 10^{14} Hz$, a törésmutató $n = 1{,}81$.

$$\frac{\sin 60{,}4°}{\sin\beta} = 1{,}81 \Rightarrow \sin\beta = 0{,}480 \Rightarrow \beta = 28{,}7°$$

A szimmetria miatt a fény mindig 28,7°-ban verődik vissza. A középponti szögek nagysága:

$$180° - 2 \cdot 28{,}7 = 122{,}6°$$

Két visszaverődés után ez összesen 367,74°. Így a fény OP-hez képest 7,74°-kal lejjebb lép ki.

| 10 | |
|---|---|

## F.4. Fotocella

A fotoeffektust 1887-ben Wilhelm Hallwachs fedezte fel. Fény hatására elektronok lépnek ki bizonyos fémekből. Ez a jelenség valósul meg a fotocellában is.

Egy fotocellával végzett mérés adatait tartalmazza a következő táblázat. Például, ha a megvilágító fény hullámhossza 404,7 nm, akkor 1,170 volt feszültség mérhető a fotocellán.

| **λ(nm)** | **404,7** | **445,4** | **486,1** | **516,1** | **546,1** | **566,85** | **587,6** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **U(V)** | **1,170** | **0,889** | **0,656** | **0,507** | **0,375** | **0,292** | **0,214** |

a, Ábrázold a feszültséget a frekvencia függvényében!

b, A kapott grafikon alapján (a Planck-állandó értékének felhasználása nélkül) határozd meg, hogy milyen fémből van a vizsgált fotocella katódja!

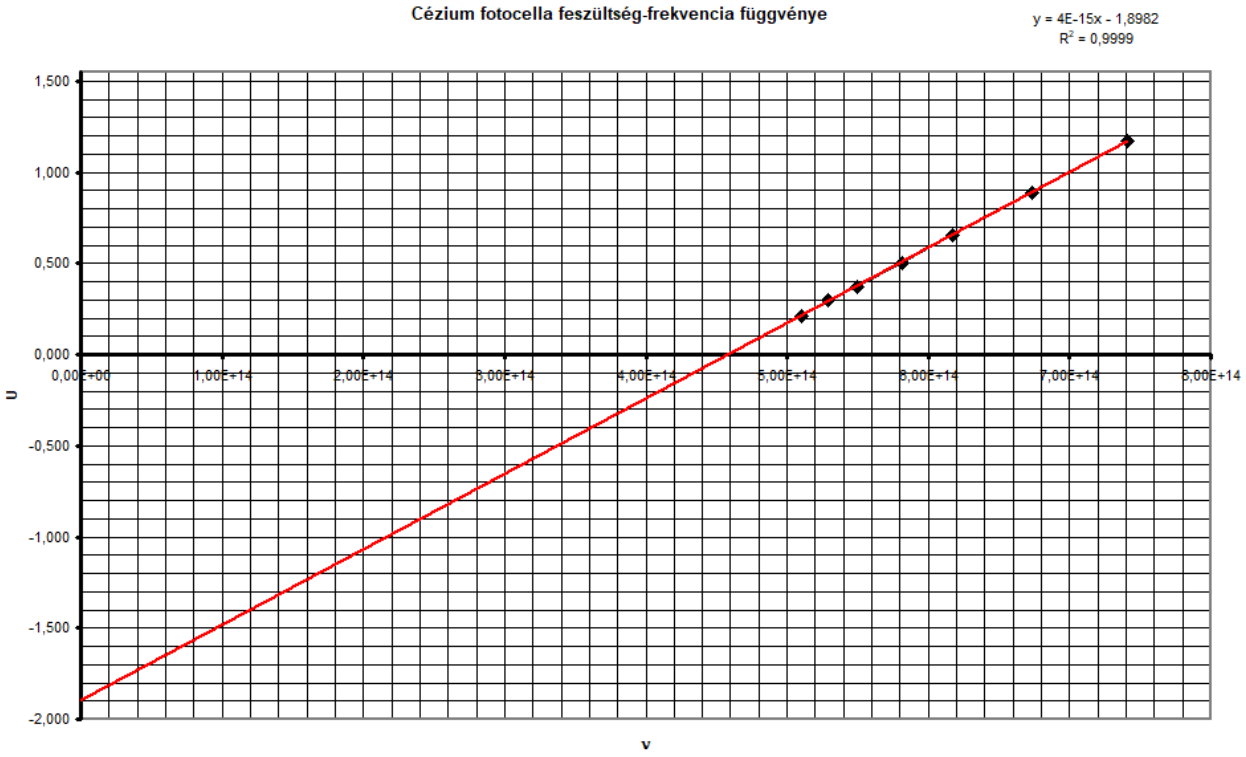
Az egyes fémeknél a nulla frekvenciához tartozó feszültségértékek a következő táblázatban találhatók.

| **Fém** | **Cs** | **K** | **Nb** | **Na** | **Ba** | **Li** | **Mg** | **Zr** | **Al** | **Zn** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **U(V)** | **-1,90** | **-2,24** | **-2,30** | **-2,46** | **-2,50** | **-2,90** | **-3,66** | **-4,05** | **-4,08** | **-4,31** |

c, A szereplő katódnál milyen hullámhossztól kezdve mérhetnénk feszültséget a fotocellán?

**Megoldás:**
a, A keresett grafikont felrajzolhatjuk, ha a hullámhosszokhoz tartozó frekvenciákat kiszámoljuk:

| λ (nm) | 587,6 | 566,85 | 546,1 | 516,1 | 486,1 | 445,4 | 404,7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ν (Hz) | 5,11E+14 | 5,29E+14 | 5,49E+14 | 5,81E+14 | 6,17E+14 | 6,74E+14 | 7,41E+14 |
| U | 0,214 | 0,298 | 0,375 | 0,499 | 0,656 | 0,891 | 1,170 |




A kapott függvény lineáris.
Az egyenes egyenlete: $U = 4{,}138 \cdot 10^{-15} \cdot \nu - 1{,}8982 V$

b, A keresett fém az adatok alapján: **cézium**

c, A határhullámhosszt a határfrekvenciából számolhatjuk.

$$0 = 4{,}138 \cdot 10^{-15} \cdot \nu - 1{,}8982 V$$

Ebből a határfrekvencia: $4{,}587 \cdot 10^{14} Hz$

A hullámhossz. $\lambda = c / \nu = 654\ nm$

| 10 | |
|---|---|