

Merev test egyensúlyának vizsgálata



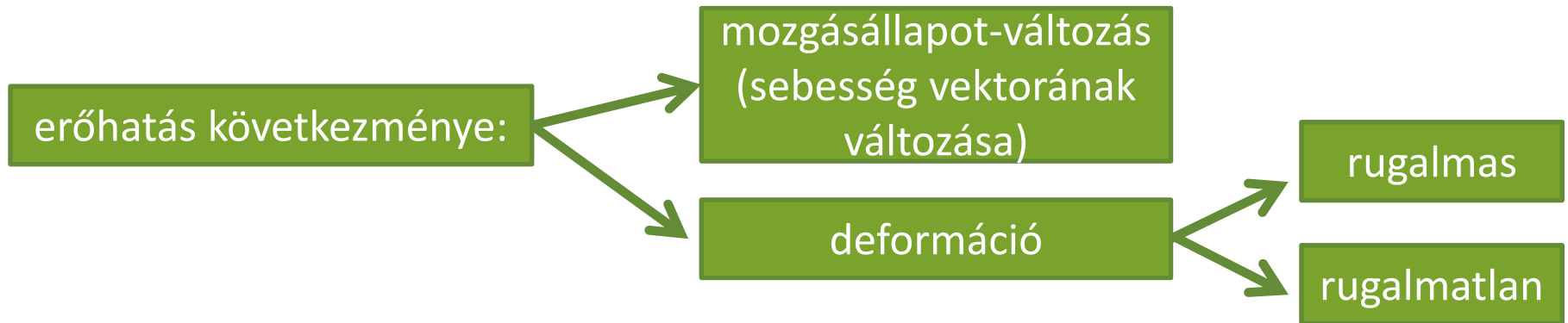
Digitális tananyag
a fizika tanításához

Ismétlés

Erőhatás – a testek mechanikai kölcsönhatásának mértékét és irányát megadó vektormennyiség.

jele: \vec{F}

mértékegysége: 1 newton: $1N = 1kg \cdot \frac{m}{s^2}$



Ismétlés



Erőnyomaték

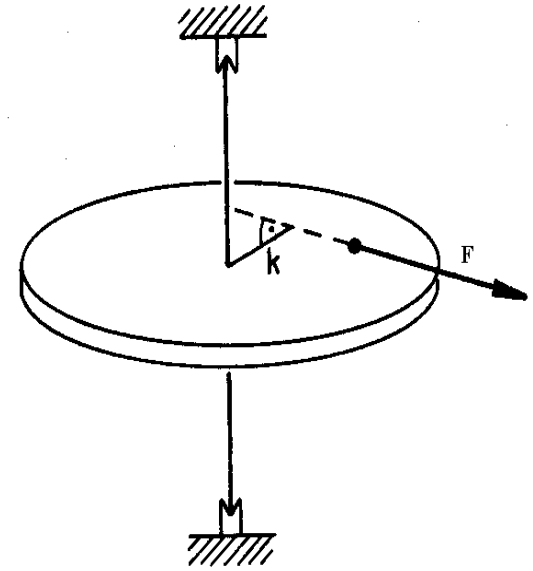
Az erőnyomaték egy olyan fizikai mennyiség mely egy erő forgatóhatását adja meg egy ponthoz vagy forgástengelyhez vonatkoztatva.

Az erőnyomaték:

- az erő nagyságától és
- az erő hatásvonalának a forgástengelytől mért távolságától függ. Ezt nevezzük erőkarnek (k).

$$M_F = F \cdot k \quad [M_F] = 1N \cdot m$$

Ha az erők hatásvonalai a tengelyre merőleges síkban vannak a nyomaték iránya megegyezik az erő forgatóhatásának irányával a forgástengelyhez viszonyítva.



Merev test egyensúlya

Egy merev test egyensúlyban van, ha egyidejűleg:

- haladási és
- forgási

egyensúlyban van.

haladási egyensúly: a test nem halad (nyugalomban van) vagy egyenes vonalban egyenletesen halad.

forgási egyensúly: a merev test nem forog semmilyen tengely körül, vagy egyenletes forgásban van.



Egyensúlyi feltételek

haladási egyensúly feltétele: $\sum \vec{F} = 0$

A testre ható erők vektori összege zérus, avagy a testre ható erők kiegyenlítik egymást.

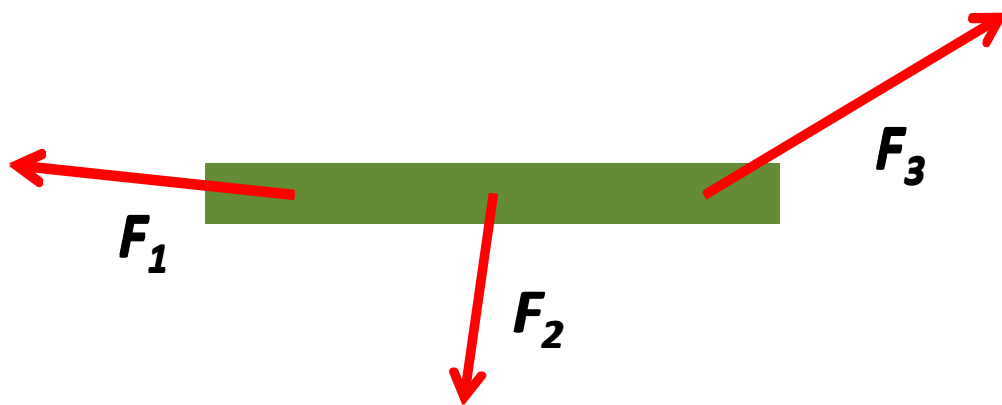
forgási egyensúly feltétele: $\sum \vec{M} = 0$

A testre ható erők nyomatékainak vektori összege bármely ponthoz viszonyítva zérus, avagy a testre ható erők forgatónyomatékai kiegyenlítik egymást.

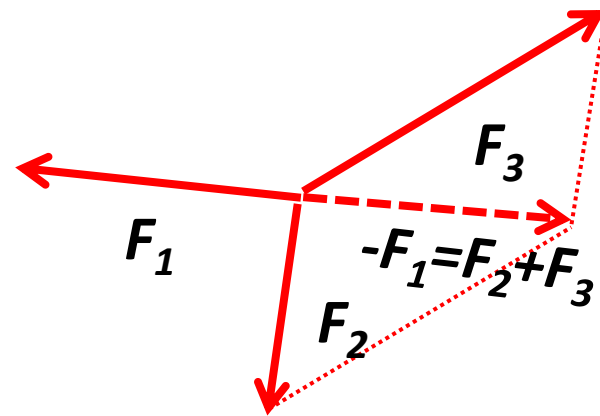


Haladási egyensúly vizsgálata

A középiskolában csak olyan erőrendszereket vizsgálunk melyeknek hatásvonalai egy síkban vannak, és ez a sík a forgástengelyre merőleges.



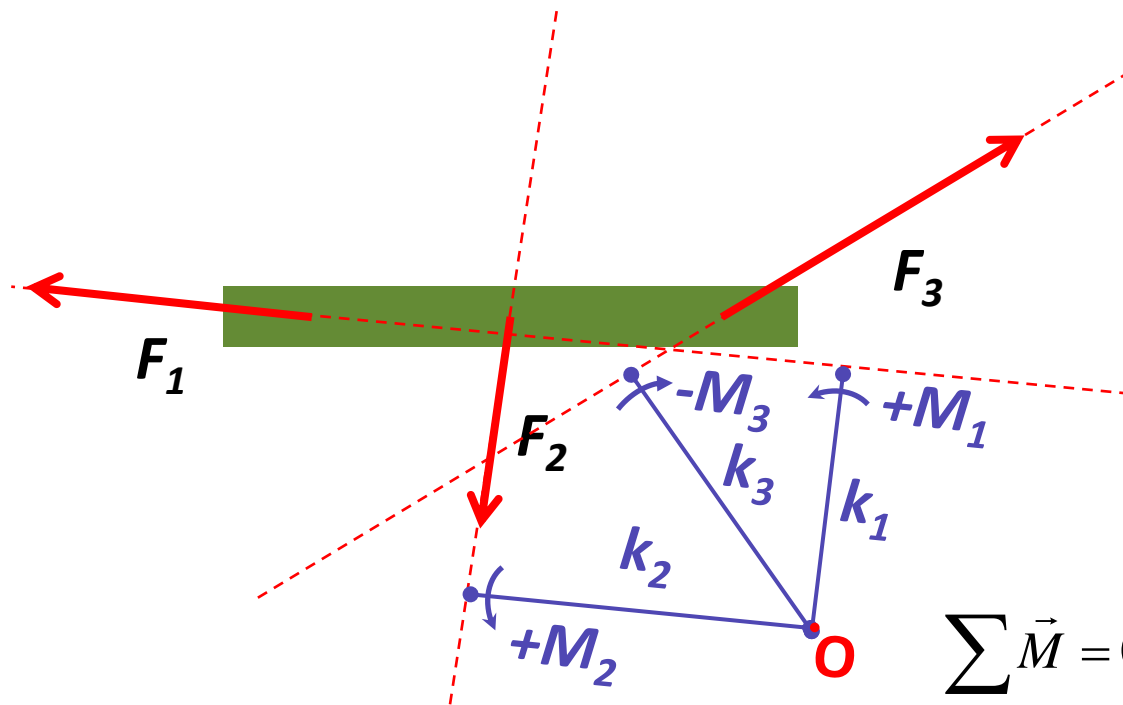
Az erővektorokat egy pontba csúsztatva megvizsgáljuk az egyensúlyi feltételt.



$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$$



Forgási egyensúly vizsgálata



1. Önkényesen választunk egy forgásközéppontot (tengelyt)
2. Megszerkesztjük az erőkarokat, felismerjük a nyomatékok irányát/előjelét.
3. Ellenőrizzük a forgási egyensúly feltételét:

$$\sum \vec{M} = 0 \quad +M_1 + M_2 - M_3 = 0$$
$$+F_1 \cdot k_1 + F_2 \cdot k_2 - F_3 \cdot k_3 = 0$$



Összefoglaló

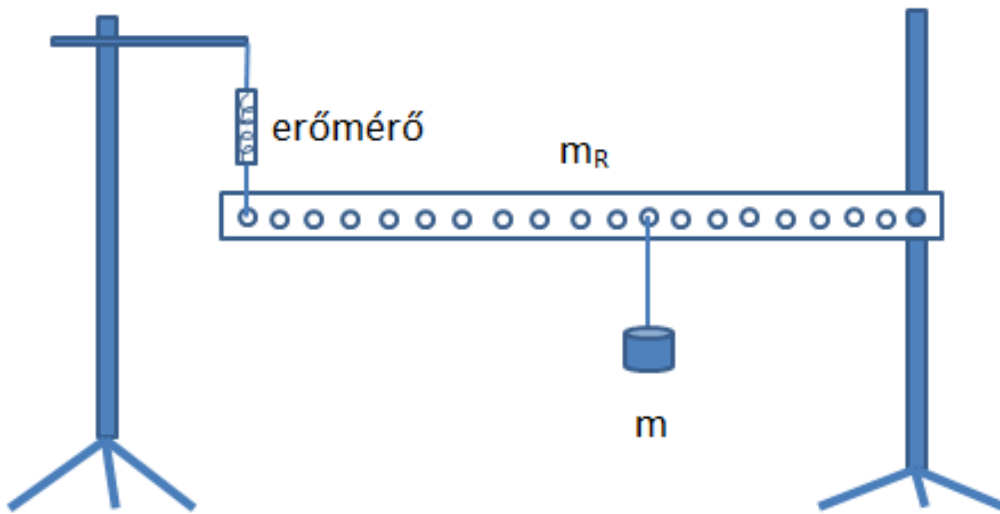
- Egy merev test egyensúlyban van, ha egyidejűleg mindkét feltétel teljesül.

$$\sum \vec{F} = 0 \quad \sum \vec{M} = 0$$

- Az egyensúlyi feltételek felírásakor annyi matematikai egyenlethez jutunk ahány ismeretlenes a probléma.
- A forgásközéppontot/tengelyt célszerű úgy megválasztani, hogy egy ismeretlen nagyságú erővektor nyomatéka a választott pontra vonatkoztatva nulla legyen.



Méréssel kapcsolt 1. számpélda

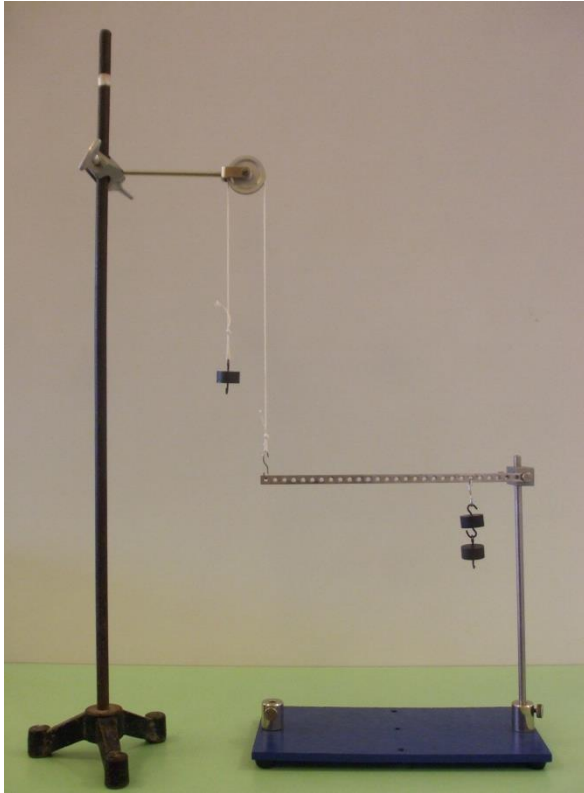


- Állítsuk össze az ábrán látható elrendezést.
- A centiméterenként lukakkal ellátott lemezt a mechanikai készletben megtaláljuk.
- Használjuk a súlysorozat tömegeit ($m=50\text{g}$).
- Digitális konyhamérleggel mérjük meg a lemez tömegét (m_R).

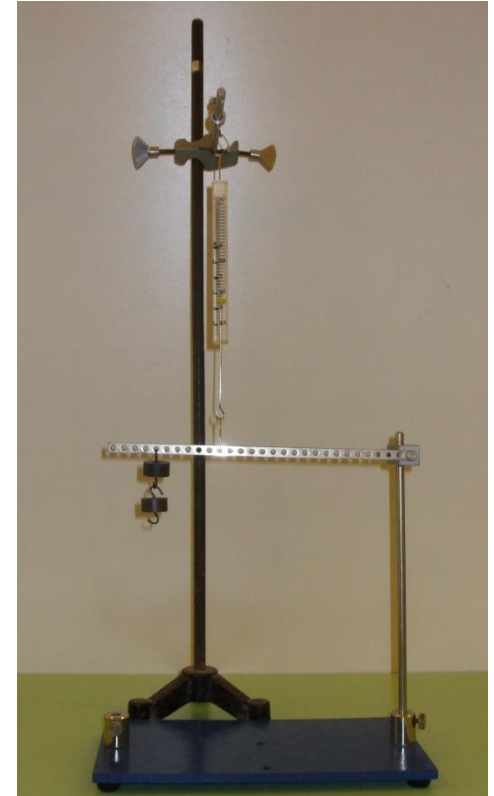
Feladat: Számítsuk ki a lemez felfüggesztéseinél ható erőket! A szükséges távolságokat leolvashatjuk a lukazott lemezről. Az erőmérőt leolvasva ellenőrizzük az eredményt!



Méréssel kapcsolt 1. számpélda

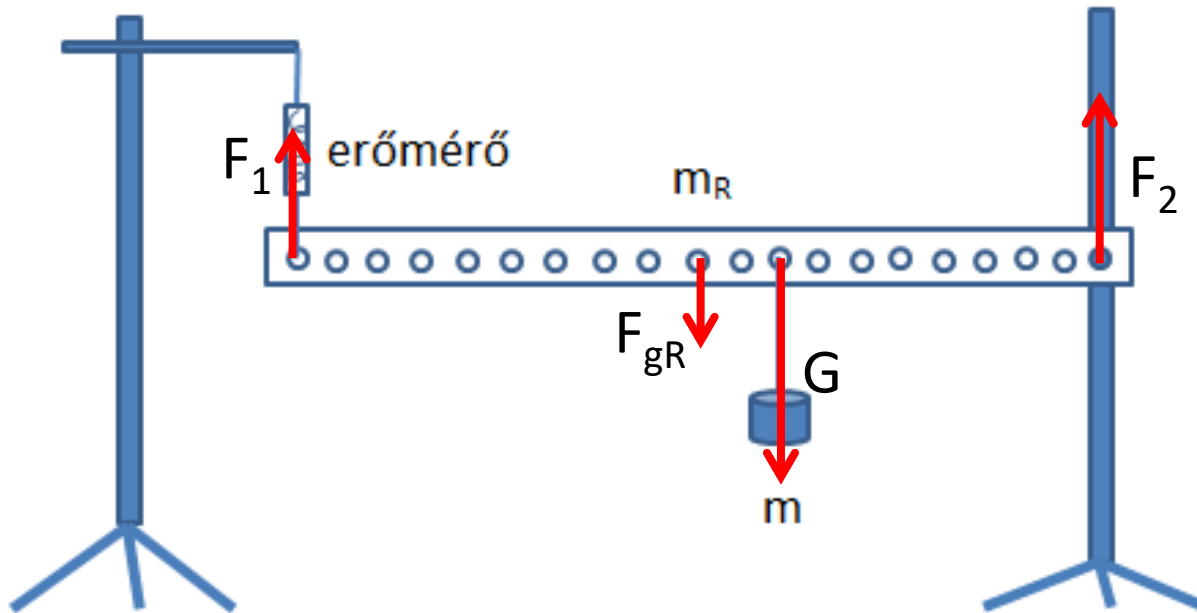


Az elrendezés
összeállítása
(lehetőségek)



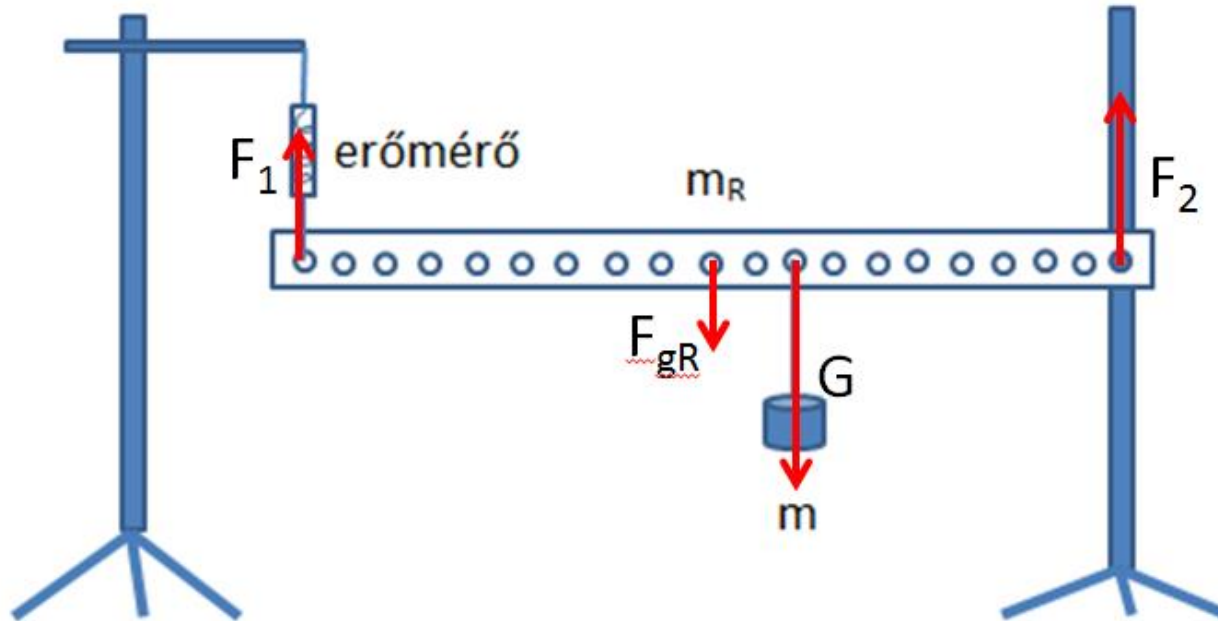
1. Számpélda megoldás

1. Felismerjük és berajzoljuk a vízszintes lemezre ható erővektorokat.



1. Számpélda megoldás

2. Felírjuk a haladási egyensúlyra vonatkozó feltételt.

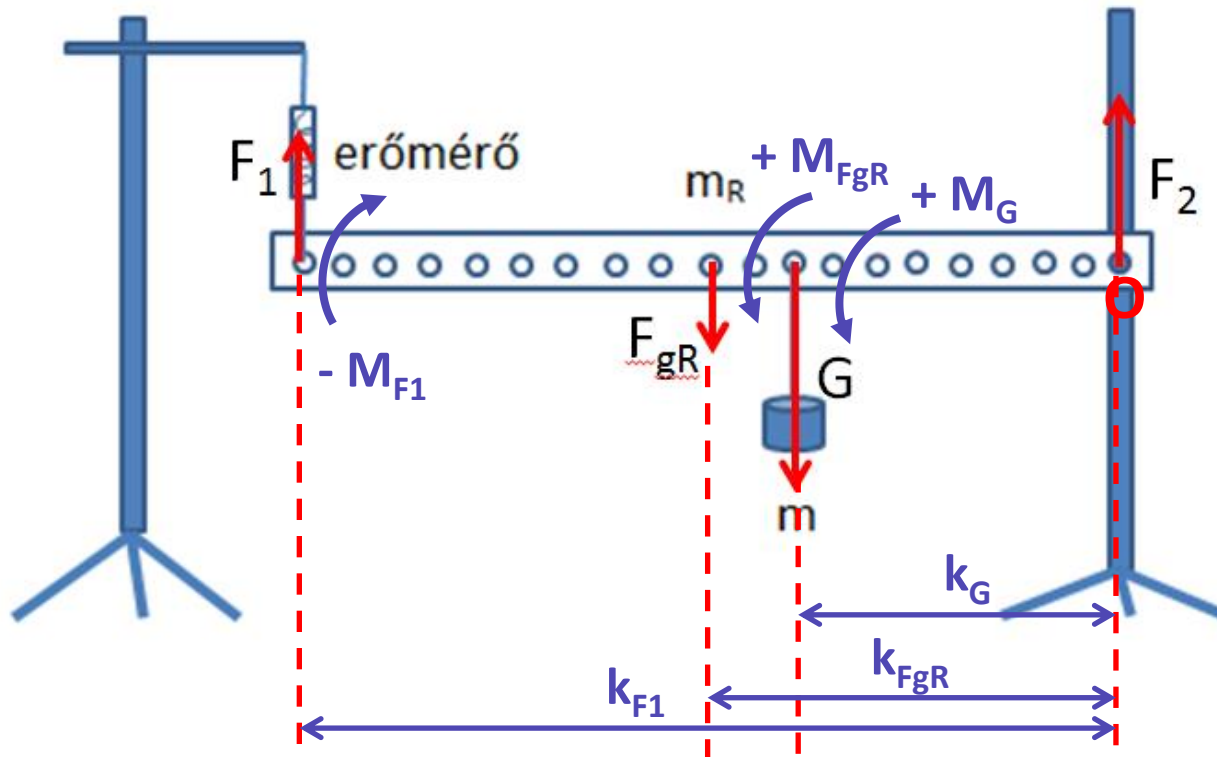


$$+F_1 + F_2 - F_{gR} - G = 0 \quad (\text{ismeretlenek: } F_1 \text{ és } F_2)$$



1. Számpélda megoldás

3. Felírjuk a forgási egyensúlyra vonatkozó feltételt.
Viszonyítsunk az O ponthoz!



$$+M_G + M_{F_{gR}} - M_{F_1} = 0$$

$$M_G = G \cdot k_G = m \cdot g \cdot k_G$$

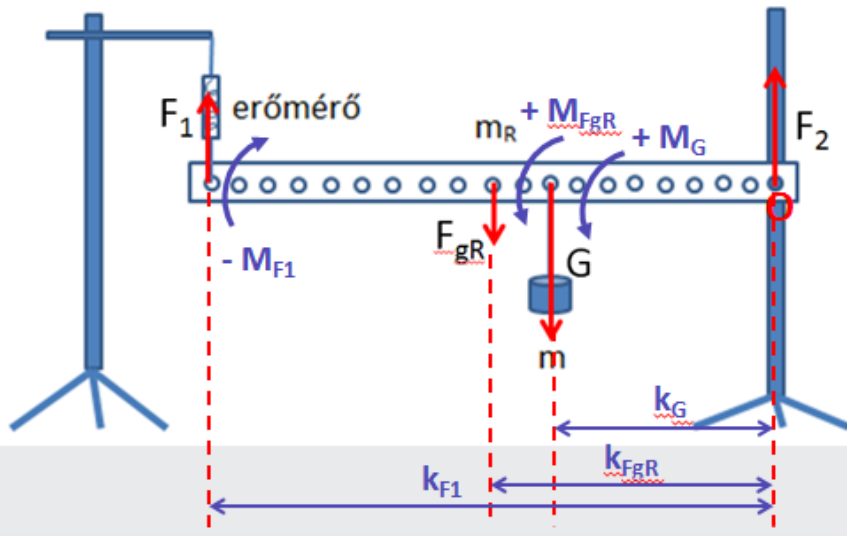
$$M_{F_{gR}} = m_R \cdot g \cdot k_{F_{gR}}$$

$$M_{F_1} = F_1 \cdot k_{F_1}$$



1. Számpélda megoldás

4. Megoldjuk az egyenletrendszert!



$$+F_1 + F_2 - m_R \cdot g - m \cdot g = 0$$

$$+m \cdot g \cdot k_G + m_R \cdot g \cdot k_{F_{gR}} - F_1 \cdot k_{F_1} = 0$$



$$F_1 = \frac{g(m \cdot k_G + m_R \cdot k_{F_{gR}})}{k_{F_1}}$$

$$\Rightarrow F_2 = (m_R + m) \cdot g - F_1$$



Ellenőrző kérdések

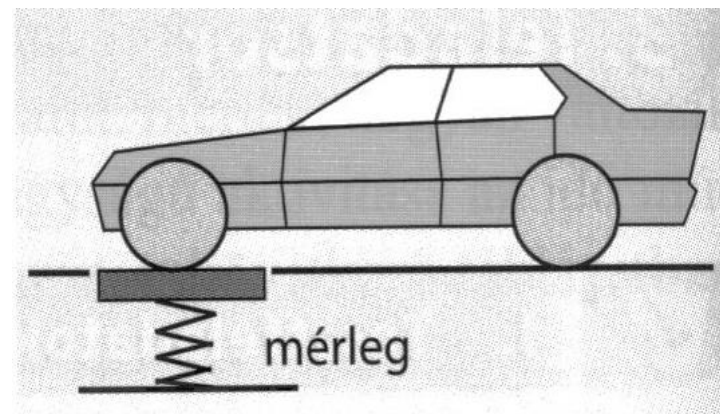
1. Egy falusi kút olyan hengerkeréknek tekinthető, melynek hengere 15 cm, kereke pedig 45 cm sugarú. Ha a kereket 30 N nagyságú, a kerék érintőjébe eső erővel tudjuk egyenletesen forgatni, akkor a hengerre felcsévélődő (elhanyagolható tömegű) kötél végén lógó vizesvödör tömege

- a) 1 kg
- b) 10 kg
- c) 9 kg
- d) 90 kg



Ellenőrző kérdések

2. Egy autó tömegét szeretnénk megmérni, de az autó nem tud egyszerre az első és hátsó kerekeivel ráállni a hídmérlegre. Ha az első kerekeivel áll rá, akkor 700 kg-ot, ha pedig a hátsó kerekekkel, 600 kg-ot jelez a mérleg. Megállapítható-e ezek alapján a gépkocsi tömege?



a) Igen az autó tömege 1300 kg.

b) Igen, az autó tömege 650 kg.

c) Igen, az autó tömege 800 kg.

d) Nem, az első és hátsó kerekeknek egyszerre kellene a mérlegen lennie



Ellenőrző kérdések

3. Válassza ki a helyes állítást! Hol helyezkedik el, milyen irányú, és mekkora az az erő, amely egymástól 0,8 m távolságban lévő, 5 N és 15 N nagyságú, egymással párhuzamos, ellentétes irányú erőket egyensúlyozza?
- a) a két erő között, az 5 N nagyságú erőtől 0,6 m-re, vele ellentétes irányú és 10 N nagyságú
 - b) a két erő között, az 5 N nagyságú erőtől 0,2 m-re, vele egyirányú és 20 N nagyságú
 - c) Nem a két erő között, hanem az 15 N erőtől 0,4 m-re, és vele ellentétes irányú, nagysága 10 N
 - d) A 15 N erő hatásvonalától a másik erővel ellentétes oldalon 0,6 m-re, vele ellentétes irányú, nagysága 10 N



Ellenőrző kérdések

4. Válassza ki a félbehagyott mondat folytatását úgy, hogy az állítás helyes legyen! A merev testre ható erő hatásvonalára mentén?
- a) csak akkor tolható el, ha nagyon kicsi.
 - b) csak akkor tolható el, ha az erő hatásvonalára átmegy a tömegközépponton.
 - c) csak akkor tolható el, ha támadáspontja a tömegközéppontban van.
 - d) mindig eltolható.



Ellenőrző kérdések

6. Válassza ki a félbehagyott mondat folytatását úgy, hogy az állítás helyes legyen! Egy test tömegközéppontja csak akkor végezhet egyenes vonalú mozgást, ha:
- a) a testre egy egyenesbe eső erők hatnak
 - b) a testre ható külső erők eredő nyomatéka nulla
 - c) ha a testre ható külső erők eredője zérus
 - d) a testre ható külső erők eredőjének hatásvonalja átmegy a tömegközépponton.



Ellenőrző kérdések

8. Melyik állítás nem igaz?

- a) Létezik olyan eset, mikor egy test nyugalomban van, de nincs egyensúlyban.
- b) Létezik olyan eset, mikor egy test egyensúlyban van, de nincs nyugalomban.
- c) Létezik olyan eset, mikor a test egyensúlyban van, de a gyorsulás nagysága nem nulla.
- d) Létezik olyan eset, mikor a test egyensúlyban van és egyenes vonalú egyenletes mozgást végez.



Ellenőrző kérdések

10. Melyik állítás nem igaz?

- a) Ha egy testre két egyenlő nagyságú, de különböző hatásvonalú erő hat, akkor ezek mindig helyettesíthetők egyetlen erővel.
- b) Ha egy testre két egyenlő nagyságú, de különböző hatásvonalú erő hat, akkor ezek soha nem helyettesíthetők egyetlen erővel.
- c) Ha egy testre két egyenlő nagyságú, de különböző hatásvonalú erő hat, akkor lehetséges, hogy ezek nem helyettesíthetők egyetlen erővel.



Felhasznált szakirodalom

- Halász Tibor Dr. - Mozgások, Energiaváltozások – Fizika 9 tankönyv (Mozaik kiadó)
- Győri István, Csiszár Imre – Színes érettségi feladatsorok fizikából (Maxim kiadó)

