

1. Az ütközések jellemzése.

a) Milyen típusú ütközéseket ismer? A képen látható ütközést hova sorolná be, és miért?

b) Hasonlítsa össze az ütközéstípusokat a lendületmegmaradás tétele, valamint a mozgási energia megmaradásának tétele szempontjából! (Melyik megmaradási tétel érvényes, melyik nem?) Ha a mozgási energia „elvész” az ütközés során, akkor „mivé alakul” ez az energia?

c) A kocsik elejére gyűrődőzónákat terveznek, az utasteret viszont erősen merevítik. Magyarázza meg, hogy mi a szerepe a gyűrődőzónának, s miért merevítik az utasteret!



(2010. május)

Megoldás:

a) *Ütközéstípusok megnevezése:*

1+1 pont

Rugalmas és rugalmatlan ütközések vannak.

A rugalmatlan ütközés felismerése:

**4 pont
(bontható)**

(Az ütközés besorolása 2 pont, indoklás 2 pont.)

b) *Annak felismerése, hogy a lendületmegmaradási tétel mindkét ütközéstípusnál érvényes:*

**3 pont
(bontható)**

Az ütközésben részt vevő összes test lendületének eredője nem változik meg az ütközés során, akármilyen ütközéstípusról van is szó.

Annak felismerése, hogy a mozgási energia megmaradása függ az ütközés típusától:

**4 pont
(bontható)**

Tökéletesen rugalmas ütközésnél a kölcsönható testek összes mozgási energiája állandó.

(1 pont)

Rugalmatlan ütközésnél az összes mozgási energia csökken. (1 pont)

Az „elvesztett” mozgási energia deformációt okozott, valamint felszabaduló hő formájában jelentkezik (belső energiaváltozást okozott). (1 + 1 pont)

c) *Annak hatásnak az elemzése, amelyet az ütközés gyakorol a gépkocsi szerkezetére:*

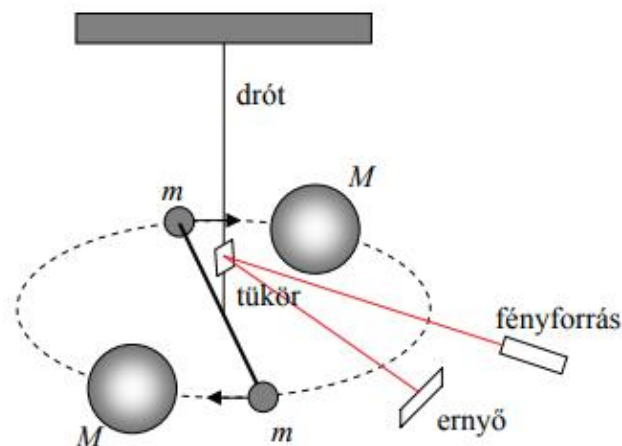
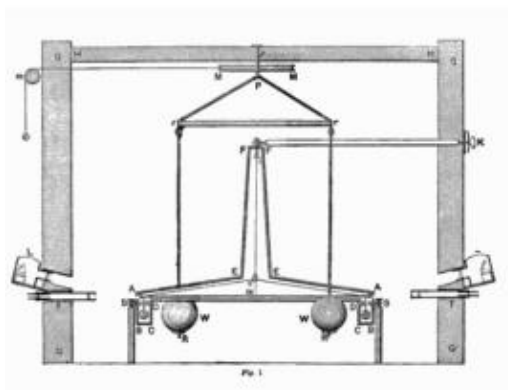
**5 pont
(bontható)**

A deformálódó autó fokozatosan lassul le (gyűrődőzóna), így az autóra, illetve a benne lévő utasokra ható fékező erők kisebbek, mint merev karosszéria esetén (3 pont).

Az utastér merev fala megvédi azt az összeroppanástól (2 pont).

Összesen 18 pont

2. Henry Cavendish a 18. században úgynevezett torziós ingával mérte meg két ólomgolyó között a gravitációs erőt. A torziós vagy csavarodási inga szögelfordulása a csavaró hatás mértékével egyenesen arányos. A mért értékek ismeretében Cavendish a Föld tömegét, illetve a gravitációs állandót is ki tudta számítani. A kísérletben egy vízszintes rúd két végére kis ólomgömböket helyezett, ezt a rudat egy vékony torziós szálra függesztette fel. Két nagy tömegű ólomgömböt pedig az ábrán látható módon közel helyezett a kis gömbökhöz, és megmérte a torziós szálra függesztett rúd elfordulását. A mérés elvi vázlata a jobb oldali ábrán látható. Ennek segítségével válaszoljon az alábbi kérdésekre!
- a) Mitől fordul el a rúd? A nagy gömböket miért kell a kis gömbök ellentétes oldalára helyezni? Mi történne, ha azonos oldalra helyeznénk a nagy gömböket (azaz a rajzon mindkét gömbpárnál jobb oldalt lenne a nagy gömb és bal oldalon a kicsi)? Mi történne, ha ugyanakkora tömegű platinagömböket tennénk az ólomgömbök helyére, s így végeznénk el a kísérletet?
- b) Mit kell tudni a torziós szálról ahhoz, hogy a gravitációs erőt ki tudjuk számítani?
- c) Mi a szerepe a rúd hosszának? Nő vagy csökken a rúd elfordulási szöge, ha ugyanakkora ólomgömböket hosszabb rúd végére rögzítünk? Miért?
- d) Értelmezze a vázlat alapján, hogyan tette könnyen mérhetővé Cavendish a rúd kicsiny elfordulását!



(2013. május)

Megoldás:

- a) A gravitációs erő forgató hatásának elemzése az adott elrendezés esetén:

7 pont
(bontható)

A rudat a kicsi és a nagy gömbök között ébredő tömegvonzási erő (2 pont) forgatja el. A rúd két oldalán azért kell a kis gömbök ellentétes oldalára helyezni a nagy gömböket, mert ebben az esetben forgat a rúd két végénél ható erő ugyanabba az irányba (2 pont). Amennyiben ugyanazon oldalra helyezzük a nagy gömböket, a két forgatónyomaték ellentétes irányú lesz, a rúd tehát nem fordul el (2 pont). Mivel a tömegvonzás nem függ az anyagminőségtől, csak a gömbök tömegétől, ólomgömbök helyett használhatunk platinagömböket is (1 pont), hiszen amennyiben tömegük ugyanakkora, ugyanúgy fordul el a rúd.

- b) Annak meghatározása, hogy milyen ismeret szükséges a torziós szálról:

2 pont

A torziós szálról tudni kell, hogy mennyire áll ellent a csavarásnak, azaz mekkora forgatónyomatékkal lehet egy adott szöggel megcsavarni (2 pont). (Sokféle megfogalmazás elfogadható a torziós merevség körülírására.)

- c) Annak elemzése, hogy milyen szerepet játszik a kísérletben a rúd hossza:

5 pont
(bontható)

A rúd hossza az erőkar határozza meg (2 pont). Mivel a forgatónyomatékokat az erő és az erőkar szorzata adja (1 pont), ha ugyanolyan gömböket hosszabb rúdra erősítünk, akkor megnő a forgatónyomaték (1 pont), tehát jobban elfordul a rúd (1 pont).

- d) Az elfordulás láthatóvá tételének értelmezése a kísérlet elvi vázlata segítségével:

6 pont
(bontható)

A torziós szál kicsiny elfordulását egy fénysugár (1 pont) teszi megfigyelhetővé, amit a drótszálla erősített tükör ver vissza (1 pont) egy ernyő felé. Ha a tükör a dróttal együtt elfordul, az ernyőre eső fényfolt is elmozdul (2 pont). Ha az ernyő távol helyezkedik el a tükrőtől, kicsiny elfordulás is viszonylag nagy fényfolteltolódást okozhat (2 pont).

Így könnyebb megfigyelni és mérni a rúd elfordulását.

(Az első 1+1 pont akkor is megadandó, ha a vizsgáló nem részletezi a rajzon látottakat, de kiderül, hogy használja az információkat.)

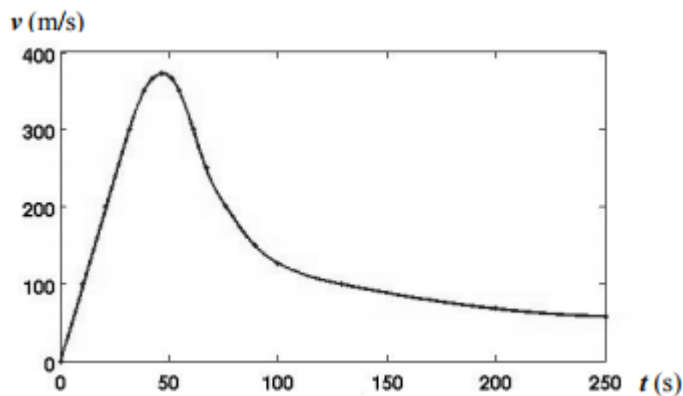
Összesen

20 pont

3. 2012-ben Felix Baumgartner egy különleges ugrással egyszerre több rekordot is megdöntött. A Föld felszíne fölött 39 km magasságból ugrott le (a légnyomás ebben a magasságban körülbelül 430 Pa, a hőmérséklet pedig $-57\text{ }^{\circ}\text{C}$), 4 perc 22 másodpercig zuhant az ejtőernyő kinyitása nélkül. A zuhanás közben elért maximális sebessége 1342,8 km/h volt, a hangsebesség 1,24-szerese. Az ugrás közben egy darabig forgott, majd egy pillanatban keze-lába kitérésével sikerült stabilizálnia helyzetét. Az ejtőernyőt a 262. másodpercben, a földhöz meglehetősen közel, kb. 3000 m magasan nyitotta ki. Az ugráshoz különleges védőruhát viselt. Az űrhajósokéhoz hasonló szkafander oxigénpalackkal volt felszerelve, külseje jó hőszigetelő anyagból készült, sisakjának „üvege” külön fűthető volt.



- a) A mellékelt grafikon mutatja az ugró sebességét a zuhanás kezdete óta eltelt idő függvényében az ejtőernyő kinyitása előtti szakaszban. Jellemezze a zuhanó ember mozgását a grafikonon ábrázolt időintervallumban! Körülbelül mikor érte el az ugró a legnagyobb sebességét?
- b) Sorolja fel az ugróra ható erőket, adja meg irányukat! A grafikon segítségével állapítsa meg, hogy melyik pillanatban volt az ugróra ható erők eredője nulla!
- c) Adjon magyarázatot az ugró sebességének a grafikonon végigkövethető változásaira!
- d) Magyarázza meg, hogy a védőruha fentebb leírt tulajdonságai miért lehettek életbevágóak az ejtőernyős számára! Miért kellett a sisaküvegnek fűthetőnek lennie?



(2013. október)

Megoldás:

- a) *A sebesség-idő grafikon menetének elemzése:*

3 pont
(bontható)

Az ejtőernyős kezdetben egyenletesen gyorsuló mozgást végzett (1 pont).

Körülbelül 45 másodperccel az ugrás után érte el maximális sebességét (1 pont).

(A grafikon vázlatossága miatt bármely 40 s és 50 s közti értéket el kell fogadni.)

Ezután fokozatosan lassuló mozgást végzett (1 pont).

- b) *Az ejtőernyősre ható erők és irányuk felsorolása:*

5 pont
(bontható)

Az ugróra zuhanás közben a lefelé ható nehézségi erő (1 pont) és a sebességgel ellentétes irányú, felfelé ható közegellenállási erő (1 pont) hatottak.

A két erő az ugró által elért maximális sebesség pillanatában került egyensúlyba, ekkor az ugró gyorsulása nullává vált, a grafikon érintője vízszintes. (3 pont)

(A teljes pontszám akkor adható meg, ha a válasz összekapcsolja a maximális sebességet a nulla gyorsulású állapottal.)

- c) *A sebesség alakulásának magyarázata:*

9 pont
(bontható)

A zuhanás első fázisában a ritka légkörben (1 pont) a közegellenállás gyakorlatilag elhanyagolható volt (1 pont), ezért itt az ugró a nehézségi erő hatására szabadon esett, a sebessége egyenletesen nőtt (1 pont).

(A nehézségi gyorsulás ebben a magasságban csak $9,86 \text{ m/s}^2$).

Ahogy az ejtőernyős zuhanás közben egyre közeledett a földhöz, a levegő sűrűsége fokozatosan nőtt (2 pont),

az ugró kitérte kezét-lábát, ezzel megnövelte a homlokfelületét (2 pont),

ezért a közegellenállás is egyre nagyobb lett (1 pont), és

az ugró lassulni kezdett (1 pont).

(A közegellenállás a csökkenő sebességgel együtt lecsökkent, így a lassulás mértéke is fokozatosan csökken, a görbén ez jól megfigyelhető.)

- d) *A védőruha tulajdonságainak elemzése:*

3 pont
(bontható)

A védőruha oxigénpalackkal volt felszerelve, mert ebben a magasságban túl kevés az oxigén ahhoz, hogy az ember életben maradjon (1 pont).

A ruha hőszigetelő képessége az alacsony külső hőmérséklet miatt volt fontos (1 pont).

A sisak üvegének azért kell fűthetőnek lennie, mert a hideg sisaküvegen belülről lecsapódik a pára, ami csökkenti az átláthatóságot (1 pont).

Összesen 20 pont

4. Italunkat szívószállal szeretnénk meginni. Amikor szívószálat használunk, a szájüregünket légmentesen lezárjuk a külvilág felé, és a nyelvünkkel, valamint a lágy szájpad segítségével kitágítjuk a szájüreget. Ilyen módon a szánkban a nyomást a külső légnyomás 70%-ára tudjuk csökkenteni. Hogyan és miért jut a szívószálon keresztül az ital a szánkba ilyenkor? Miért jelent problémát a szívószál használata szempontjából, ha az oldalán egy kis lyuk keletkezik? Legfeljebb milyen hosszú függőleges helyzetű szívószálat használhatunk víz felszíváshoz eredményesen, ha a külső légnyomás 10^5 Pa? A víz sűrűsége 1000 kg/m^3 . Hogyan változik ez a hosszúság, ha a víznél kisebb sűrűségű alkoholos italt, illetve ha nagyobb sűrűségű cukrozott italt szívunk fel a szívószállal? Hogyan változik az eredményesen használható szívószál maximális hossza, ha a szívószálat nagyon magas hegyen használjuk?
(2018. május II.)

Megoldás: (20 pont)

Ha a szánkban és így a szívószálban a légnyomás lecsökken, akkor a külső nyomás hatására (2 pont) a folyadék a szívószálban az alacsonyabb nyomású hely felé (felfelé) áramlik (2 pont).

(Ha a vizsgázó a szánkban létrejövő nyomáscsökkenés helyett azt írja, hogy a szánkkal vákuumot hozunk létre, 1 pontot kell levonni.)

Ha a szívószál az oldalán lyukas, a lyukon levegő áramlik a szívószálba, a nyomáskülönbség kiegyenlítődik (2 pont).

Ha a külső nyomás 10^5 Pa, a maximális nyomáskülönbség kb. $0,3 \cdot 10^5$ Pa (1 pont), ami egy kb. 3 m magas vízoszlop hidrosztatikai nyomásának felel meg (2 pont). Így 3 méternél magasabbra nem emelkedhet a víz a szívószálban (2 pont). Ezért csak 3 méternél valamivel rövidebb (2 pont) függőleges szívószálat használhatunk eredményesen.

Kisebb sűrűségű folyadéknál nagyobb a $0,3 \cdot 10^5$ Pa hidrosztatikai nyomáshoz tartozó folyadékoszlop-magasság, így alkoholos italt hosszabb szívószállal (2 pont) is fel lehet szívni.

Nagyobb sűrűségű folyadéknál kisebb a $0,3 \cdot 10^5$ Pa hidrosztatikai nyomáshoz tartozó folyadékoszlop-magasság, így cukros italt csak rövidebb szívószállal (2 pont) lehet felszívni.

Magas hegyen a külső légnyomás kisebb (1 pont), így a nyomáskülönbség is kisebb, (1 pont), ezért a még használható szívószál maximális hossza is kisebb lesz (1 pont).

Összesen 20 pont

5. Az ejtőernyősök, miután kiugranak a repülőgépből, először gyorsulva zuhannak, míg igen nagy (akár 200 km/h körüli) állandó sebességet érnek el. Miután kinyitották az ejtőernyőt, egy nagyon rövid fékező szakasz után kis sebességgel, egyenletesen süllyednek a föld felé. (A levegő sűrűségváltozásától eltekinthetünk.)
- a) Mutassa be az ejtőernyősre ható erőket és eredőjüket az ugrás két egyenletes szakaszán, tehát közvetlenül az ejtőernyő kinyitását megelőzően, majd az ejtőernyő nyitását követő fékezési szakasz után! (Az embert és az ejtőernyőt tekintsük egyetlen testnek!)
- b) Mutassa be a levegő közegellenállási erejét! Milyen tényezőktől függ?
- c) Miért és hogyan változik a közegellenállási erő egy ejtőernyős ugrás legelső gyorsulási szakasza során?
- d) Két különböző tömegű ember ugrik egyszerre, ugyanolyan ernyővel. Melyik fog gyorsabban süllyedni az ernyő kinyitását követő egyenletes süllyedési szakaszban? Válaszát indokolja!
- (2018. október)

Megoldás: (20 pont)

a) *Az ejtőernyősre ható erők és viszonyuk bemutatása az egyenletesen mozgó szakaszokon:*

**5 pont
(bontható)**

Az ejtőernyősre a gravitációs erő (1 pont) és a közegellenállási erő (2 pont) hat. Ezek az egyenletesen mozgó szakaszokon éppen kiegvenlítik egymást (2 pont).
(Bármilyen más helyes megfogalmazás elfogadható, pl.: az eredő erő nulla, stb.)

b) *A közegellenállási erőt befolyásoló tényezők megnevezése:*

**7 pont
(bontható)**

A közegellenállási erőt befolyásolja a tárgy homlokfelületének mérete (2 pont), a tárgy sebessége (2 pont), a közeg sűrűsége (1 pont), valamint a tárgy alakja (2 pont). (Ez utóbbira bármilyen helyes megfogalmazás elfogadható, pl. hogy a test mennyire áramvonalas, stb.)

c) *Az erő változásának elemzése az ugrás első gyorsulási szakaszán:*

**4 pont
(bontható)**

A közegellenállási erő (a kiugrás pillanatától eltekintve) kezdetben kicsi (1 pont), majd ahogy a sebesség nő (1 pont), a közegellenállási erő is nő (1 pont), amíg el nem éri a gravitációs erő nagyságát (1 pont).

d) *A különböző tömegű ejtőernyősök süllyedési sebességének összehasonlítása az egyenletes süllyedési szakaszban:*

**4 pont
(bontható)**

Egyforma ernyőket feltételezve a nagyobb sebességgel süllyedő emberre fog hatni a nagyobb közegellenállási erő (2 pont). Mivel a közegellenállási erő az egyenletes süllyedési szakaszban a testre ható gravitációs erővel egyenlő, ezért a nagyobb tömegű ember süllyed gyorsabban (2 pont).

Összesen 20 pont

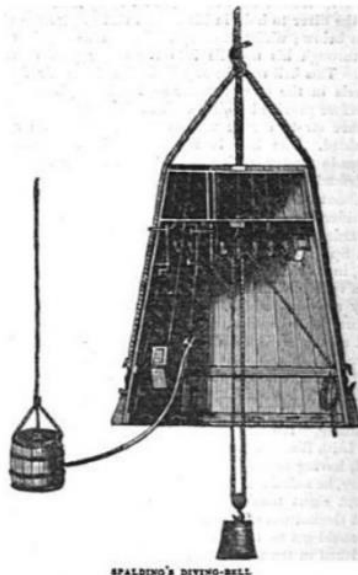
6. Már az ókori görögök is ismerték a bűvárharangot. Ez a legősibb eszköz, amely az ember számára lehetővé tette a hosszabb ideig tartó víz alatti tevékenységet, akár nagyobb mélységekben is. Legegyszerűbb formájában ez egy egyszerű, harang alakú, alulról nyitott kamra, amelyet lemerítenek a víz alá a benne ülő emberrel vagy emberekkel. A harang alá szorult levegő lehetővé teszi a bűvároknak, hogy a víz alatt dolgozzanak és levegőt is vegyenek. Régen víz alatti építkezéseken (például híd pillérjeinek építésénél), vagy sekély vízben elsüllyedt hajók kincseinek megszerzésénél használták.

a) Mi történik, ha egy nyílásával lefelé fordított, felülről zárt harangot víz alá merítünk? Miért nem tölti meg teljesen a víz a harangot?

b) Miért tölti meg a víz részlegesen a harangot? Mitől függ, hogy a harang térfogatának mekkora részében lesz víz és mekkora részében marad levegő?

c) Körülbelül mekkora lesz a harangban a levegő nyomása és térfogata a kezdeti nyomáshoz, illetve térfogathoz képest a víz felszíne alatt 10 m mélységben? d)

Milyen célt szolgálhatnak a súlyok, amelyeket a bűvárharang aljára erősítenek? (A merülés során a harangban a hőmérséklet állandónak tekinthető.)



[commons.wikimedia.org/wiki/File:Div ing_bell.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Div_ing_bell.jpg) [en.wikipedia.org/wiki/File:Charles_Spalding_Diving_Bell,_The_Saturday_Magazine,_Vol .14,_1839.png](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Charles_Spalding_Diving_Bell,_The_Saturday_Magazine,_Vol._14,_1839.png)

(2019. október)

Megoldás: (20 pont)

- a) A bűvárharang működési elvének leírása:

4 pont
(bontható)

Amikor a bűvárharangot víz alá merítjük, a pereme, ami merüléskor elsőként érkezik a vízbe, a harangba zárja a levegőt (2 pont), ami így csak fölfelé, a harang zárt része felé tud mozogni. A harangba bezárt levegő miatt (2 pont) nem tudja a víz teljesen kitölteni a harangot.

- b) A harangban lévő levegő és víz mennyiségének kvalitatív elemzése:

10 pont
(bontható)

Merülés közben a külső hidrosztatikai nyomás nő (2 pont), ezáltal nő a bezárt levegő nyomása is (2 pont), térfogata tehát csökken (2 pont). A víz így a harangba benvomul, elfoglalja a fennmaradó részt (2 pont).

Mivel a hidrosztatikai nyomás a mélységtől függ, a bezárt levegő, illetve a harangba bekerülő víz térfogatának aránya is a mélységtől függ (2 pont).

- c) A levegő térfogatának és nyomásának közelítő meghatározása 10 m mélyen:

4 pont
(bontható)

Mivel a hidrosztatikai nyomás 10 m mélyen $p_h \approx 10^5 \text{ Pa} = p_0$ (2 pont),

ezért $p_1 = 2 \cdot p_0 \rightarrow V_1 = V_0 / 2$ (2 pont).

(Egyenlet felírása nem szükséges, a fentihez hasonló érvelésre a teljes pontszám jár. Amennyiben a vizsgázó a bezárt gázra felírja a Boyle–Mariotte-törvényt, de számítást nem végez vele, csak egy pont jár.)

- d) A harang alján lévő súlyok szerepének meghatározása:

2 pont

A súlyok nélkül a harang nem merülne el (úszna), illetve könnyen felfordulna (2 pont).

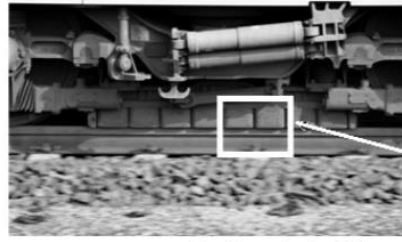
(A teljes két pont jár, amennyiben a vizsgázó megemlíti a fenti két cél legalább egyikét.)

Összesen: 20 pont

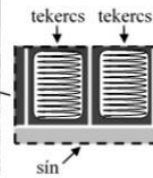
7.



1. típusú sínfék



2. típusú sínfék



A vonatok, villamosok fékezésére használják a mágneses sínfékeket. Két típusuk van. Mindkét típusnál a sínekhez közel elhelyezkedő, függőleges tengelyű elektromágnesek sorozatát rejti egy burkolat az ábrákon látható módon. Az egyik esetben (1.) a fékezéskor a vezető nagy egyenáramot indít a tekercsekben. A tekercsek ilyenkor egy rugó ellenében odavonzódnak az acélsínhez, az aljukra szerelt csúszófelület pedig hozzátapad a sínhez, és lefékezi a szerelvényt. A másik esetben (2.) a fék bekapcsolásakor áram indul a tekercsben, de nem tapad a sínhez a tekercs, hanem a tekercsek mágneses tere a szerelvény mozgása miatt a fémsínekben örvényáramokat hoz létre. Ez fékezi le a szerelvényt.

a) Magyarázza el az 1. típusú fék működését a sín és a fékberendezés között ható erők elemzésével!

b) Miért növeli meg a fékhatást, ha a tekercsekben folyó áram értékét megnöveljük?

c) Mutassa be a 2. típusú fék működését! Milyen fizikai jelenség áll a fék működésének hátterében?

d) Működne-e rézsínen, illetve kőből készült sínen az 1., illetve a 2. típusú fékberendezés?

(2020. május II.)

Megoldás: (20 pont)

- a) *Az 1. típusú fékberendezés működésének részletes leírása:*

6 pont
(bontható)

Az elektromágnes (1 pont) odavonzza magát a vassínhez (1 pont). Ezáltal megnő a fékfelület és a sín közötti nyomóerő (2 pont), amivel megnövekszik a súrlódási erő is (2 pont).

- b) *Az áramnövelés hatásának magyarázata:*

4 pont
(bontható)

Ha a tekercs áramát megnöveljük, a vonzóerő is nő (2 pont), így a nyomóerő (1 pont), valamint a súrlódási erő is megnövekszik (1 pont).

- c) *A 2. típusú fékberendezés működésének részletes leírása:*

6 pont
(bontható)

A sín közvetlen környezetében változik a mágneses tér (2 pont), ez örvényáramokat indukál (2 pont). Lenz törvénye értelmében ezek az örvényáramok fékezik a szerelvényt (2 pont).

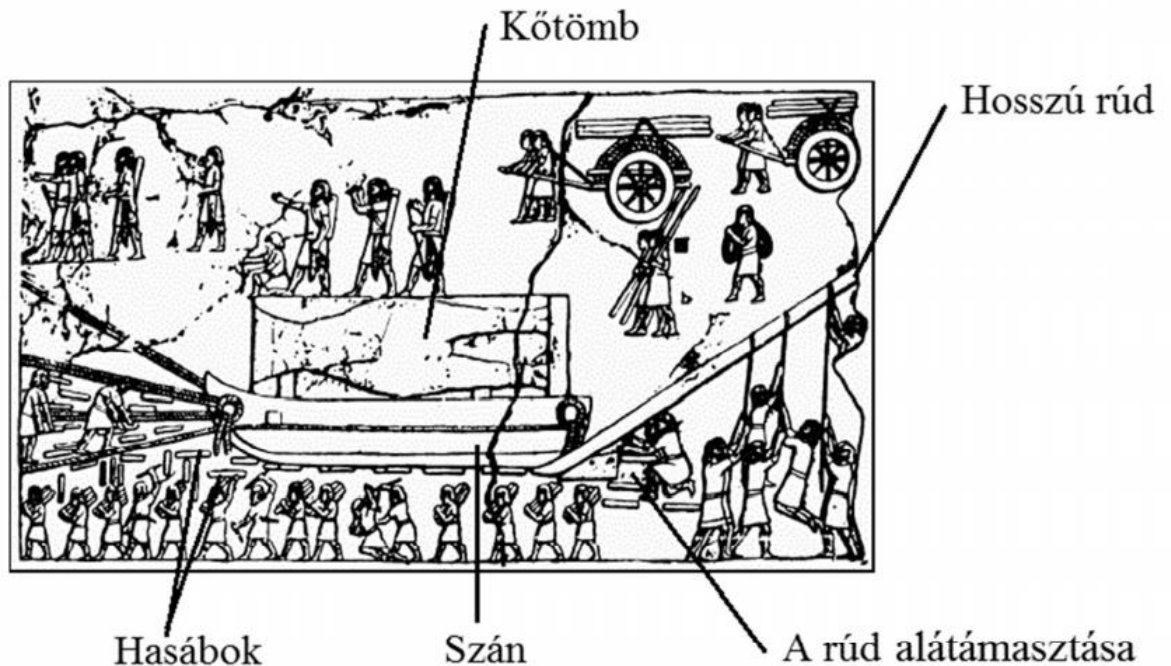
- d) *A kő- és rézsín vizsgálata:*

4 pont
(bontható)

Kőből készült sínen egyik fék sem működne, hiszen a követ nem vonzza a mágnes (1 pont), és nem keletkeznek benne örvényáramok (1 pont). A rézsínen csak a második típusú fék működne, mert a rézben keletkeznek örvényáramok (1 pont), ám a mágnes nem vonzza a rezt (1 pont), ezért az első típusú fék nem működne rajta.

Összesen: 20 pont

8. Az alábbi kép egy ókori asszír kőfaragványt ábrázol, amelyen egy nagy kőtömb elszállítását láthatjuk. A faragvány tanúsága szerint már ismerték a kereket, de a kőtömböt egy szán segítségével szállítják. Nem látjuk, hogy állatok vagy emberek vontatják a szánt, csak a kötelek utalnak a vontatásra. A szán talpa alá emberek sokasága sima felületű kis hasábokat visz. A szán hátuljánál egy hosszú rudat ékelnek a talp alá, alá is támasztják közvetlenül a szán mögött. A rúd másik végére sok ember csimpaszkodik. (A kép forrása: <https://www.catchpenny.org/movebig.html>)



- a) Jellemezze a (kőtömb mozgatásakor fellépő) csúszási súrlódási erőt! Milyen tényezőktől függ a nagysága, és milyen irányú?
- b) Milyen egyszerű gépként tekinthetünk a faragványon ábrázolt hosszú rúdra? Milyen szerepe van a rúd alátámasztásának? Miért a szánhoz közel támasztják alá a rudat? Miért a rúd túlsó végéhez közel csimpaszkodnak az emberek a rúdra?
- c) A képen látható és a szövegben is megfogalmazott eljárások a súrlódási erőt csökkentik. Melyik eljárásnak mi a szerepe?

(2021. május id.)

Megoldás: (

a) A csúszási súrlódási erő jellemzése:

8 pont
(bontható)

A csúszási súrlódási erőt a felületeket egymásba préselő nyomóerő (1 pont) és a súrlódási együttható (2 pont) szorzata (2 pont) adja meg. A nyomóerő egyenlő a kő súlyával (1 pont)

(Az $F_s = \mu \cdot F_{ny}$ képlet önmagában, a szimbólumok magyarázata nélkül csak 2 pontot ér.)

A csúszási súrlódási erő akadályozza a felületek egymáshoz képest történő elmozdulását (2 pont). (Más megfogalmazás is elfogadható, pl.: iránya ellentétes a teher mozgásának irányával, stb.)

b) A rúd használatának magyarázata:

8 pont
(bontható)

Jelen esetben a rúd kétkarú emelőként (2 pont) szolgál.

Az alátámasztás szolgáltatja a forgáspontot (2 pont), az ábrázolt elrendezésben a teher oldalán a kötőmb súlyának rövid az erőkarja (2 pont), míg a csimpaszkodó emberek súlyának hosszú az erőkarja (2 pont).

c) A súrlódás csökkentésének magyarázata:

4 pont
(bontható)

Az emelő használatával a nyomóerőt lehet csökkenteni (2 pont), míg a sima felületű fahasábok alkalmazásával a súrlódási együtthatót (2 pont).

Összesen: 20 pont