

1. Könnyű:

[1] Az alábbi mozgások közül melyiknél használható a $v=s/t$ képlet?

- A) A) szabadesés B) egyenletes körmozgás C) gyorsuló körmozgás
B) D) mindegyiknél E) egyiknél sem

[2] Ha felfelé hajítunk egy követ és eltekintünk a közegellenállástól, hogyan változik a kő sebességének és gyorsulásának nagysága (mielőtt földet ér a kő).

- A) v nő, a csökken B) v először csökken, aztán nő, a folyamatosan nő
C) v csökken, a nő D) mindkettő csökken E) mindkettő növekszik
F) v először csökken, aztán nő, a nem változik

Megoldás: Mivel a kő repülés közben csak a gravitációs erő hat, ezért a kő gyorsulása állandó értékű ($g=10\text{m/s}^2$). Amikor a kő felfelé repül, a gravitációs gyorsulás iránya pontosan ellenkező a sebességvektor irányával, ezért a test sebessége csökken. Miután elkezdi visszazuhanni, akkor már sebességvektor és a gyorsulásvektor iránya megegyező, így a sebessége nő. Tehát a helyes válasz az F).

[3] Az alábbiak közül melyiknél van szó a centrifugális erőről?

- A) Ha a cowboy a lassóját megpörgeti a feje fölött, a keze erőt fejt ki a lassóra
B) a jobbra kanyarodó autóban úgy érezzük, hogy valamilyen erő balra nyom minket
C) hirtelen fékező villamoson az utasok előreesnek
D) ferdén eldobott kő pályája a föld felé hajlik

[4] Egy test egyenletes körmozgást végez, egy kört 5s alatt tesz meg. Ekkor

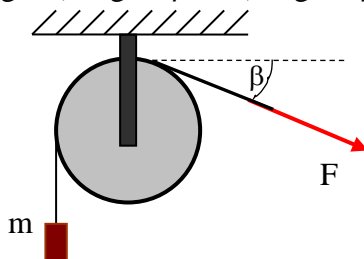
- A) gyorsulása nulla B) centripetális gyorsulása nulla C) tangenciális gyorsulása nulla
D) sem a centripetális, sem a tangenciális gyorsulása nem nulla
E) a pont impulzusmomentuma nulla
F) csak a pont konkrét sebességének ismeretében dönthető el, melyik fenti mennyiség nulla

[5] Két fémtömbbel ugyanakkora hőt közlünk. Az első tömege és fajhője is kétszer akkora, mint a másodiké. Melyik állítás igaz?

- a két test hőmérsékletváltozása azonos
B) a két test belsőenergia-változása azonos
az első fémtömb hőmérséklet-változása nagyobb, mint a másodiké
a második fémtömb hőmérséklete kétszer annyival emelkedett, mint az elsőé
az első fémtömb hőkapacitása kétszer akkora, mint a másodiké

[6] Mekkora F erőt kell kifejteni a vízszintessel β szöget bezáró kötél végén, hogy az m tömegű testet az ábrán látható elrendezésben az állócsiga segítségével egyensúlyban lehessen tartani?

- A) mg B) $mg \sin \beta$ C) $mg \cos \beta$ D) $mg \tan \beta$ E) $2mg$



Mivel az **erőkar** mindkét oldalon ugyanakkora (t.i. a csiga sugara), az erőknek is meg kell egyezniük.

[7] Két edényben egy-egy különböző folyadék van. Ha egy testet az első folyadékba teszünk, úszni fog és térfogatának fele lóg ki a folyadékból. A második folyadékban is úszik, de csak a negyede lóg ki belőle. Hányszor nagyobb az első folyadék sűrűsége?

A) kétszer B) háromszor C) másfélszer D) négyszer E) nem is nagyobb

megold.: Az első folyadékba a test fele merül bele, tehát a folyadék sűrűsége kétszerese a testének, a másodikba a test háromnegyede merül bele, tehát a 2. folyadék sűrűsége $4/3$ -ada a testének.

[8] Tegyük fel, hogy egy atomerőmű hatásfoka 30%. Egy reaktorblokkban az urán hasadása miatt 3 óra alatt $1,5 \cdot 10^{10}$ kJ hőenergia szabadul fel. Mekkora villamos teljesítményű az erőmű egy blokkja? A) 41,25 MW B) **416,67 MW** C) 45,375MW D) 4,125MW E) 1633,5 kW

[9] Ideális gázt összenyomjuk, így a gáz ábrán látható folyamatot végzi. Melyik állítás igaz?

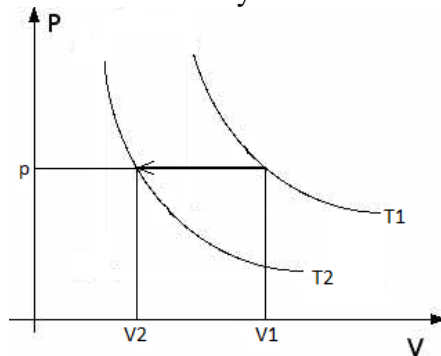
A) A gáz nyomása növekedett a folyamat során.

B) A gáz hőenergiát vett fel a környezetéből.

C) $T_1/V_1 = T_2/V_2$

D) A gázon végzett munka független attól, hogy az ábra szerinti összenyomás mekkora p nyomáson történik.

E) A gáz hőmérséklete nőtt a folyamat során.



[10] Egy folyamat során a mellékelt grafikon szemlélteti egy adott mennyiségű ideális gáz állapotjelzői közötti kapcsolatot. A „B” pontbeli nyomás az „A” pontban mért nyomás négyszerese. Melyik a helytelen állítás?

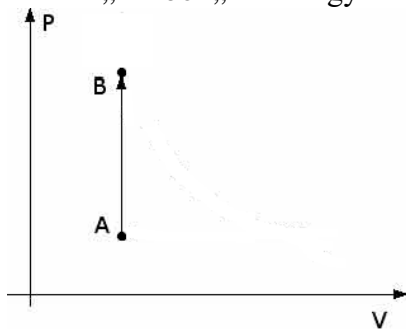
A) A gáz nyomása egyenesen arányos annak Kelvinben mért hőmérsékletével.

B) A gáz nyomásának és abszolút hőmérsékletének hányadosa egy állandó, mely többek között a gáz térfogatát is tartalmazza.

C) A gáz a folyamat során nem végzett munkát.

D) **A „B” pontban a hőmérséklet $1/4$ -e az „A” pontban mért értékeknek.**

E) „A”-ból „B”-be úgy is eljuthatunk, hogy hőt vezetünk a rendszerbe.



2. Normál nehézségű

1. Egy 50% hatásfokkal működő motor 30kWh energiát vett fel 12 perc alatt. Mennyi volt az átlagos hasznos teljesítmény?

- A) 180W B) 180kW C) 3kWh D) 54000J/min E) **75kW** F) 150kWs

Megoldás:

$$t=12\text{perc}=720\text{s}$$

$$W=30\text{kWh}=30\cdot 1000\cdot 3600\text{Ws}=108\cdot 10^6 [\text{Ws}=\text{J}]$$

$$P_{\text{befektetett}}=W/t=108\cdot 10^6/720=150\cdot 10^3 [\text{Ws/s}=\text{W}]$$

$$P_{\text{hasznos}}=P_{\text{befektetett}}\cdot \eta=75\cdot 10^3\text{W}=75\text{kW}$$

2. Egy lift felfelé gyorsul 2m/s^2 gyorsulással. Benne egy 5kg-os testet húzunk vízszintesen egy olyan talajon, ahol a súrlódási együttható 0,4. Mekkora a súrlódási erő?

- A) 4N B) 25N C) 20N D) **24N** E) 16N F) csak a sebesség ismeretében lehet kiszámolni

Megoldás:

A felfelé gyorsuló liftben nehezebbnek érezzük magunkat, mivel a Föld gravitációs erejével ellentétes irányban gyorsulunk. Ekkor a liftben lévő testre ható eredő erő függőleges komponense a súlyerő és a talaj által kifejtett N nyomóerő (vektori) összege $\sum F = N - mg = ma$, tehát

$$N = m(g + a) = m \cdot 12 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \text{ ebből a súrlódási erő } S = \mu N = 0,4 \cdot 5\text{kg} \cdot 12\text{m/s}^2 = 24\text{N}.$$

3. Egy testet először egy vízszintessel 10° -os szöget bezáró lejtőre teszünk, ahol a súrlódási együttható 0,1, majd egy 50° -os lejtőre, ahol a súrlódási együttható 0,5. Hányszor nagyobb a test gyorsulása a második esetben?

- A) **5,9** B) 25 C) 3,21 D) 22 E) nem is nagyobb

Megoldás:

Súrlódásmentes esetben a lejtőn való gyorsulás $a=g \cdot \sin\alpha$ lenne, tehát a testre $F=m \cdot g \cdot \sin\alpha$ eredő erő hatna. Viszont esetünkben súrlódás is fellép, így az csökkenti a gyorsulás értékét. A súrlódási erő a mozgással ellentétes irányban hat, nagysága pedig a súrlódási együttható (μ) és a tartó- vagy más néven támaszóerő szorzata. A támaszóerő az $F_t=m \cdot g \cdot \cos\alpha$ képlettel számolható. Ebből $F_{\text{súrl}}=\mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha$. Tehát az eredő erő: $F_e=F-F_{\text{súrl}}=m \cdot g(\sin\alpha - \mu \cdot \cos\alpha)$. A test gyorsulása: $a=F_e/m$, vagyis a felhasználandó összefüggés: $a=g(\sin\alpha - \mu \cdot \cos\alpha)$.

A gyorsulások aránya: $(\sin 50^\circ - 0,5 \cdot \cos 50^\circ) / (\sin 10^\circ - 0,1 \cdot \cos 10^\circ) = 5,92$.

4. Egy adott tömegű testet felfelé hajítunk. Hányszor nagyobb kezdeti impulzussal kell rendelkeznie, hogy négyszer magasabbra jusson.

- A) **kétszer** B) négyszer C) nyolcszor D) tizenhatszor
E) csak a test tömegének ismeretében lehet megmondani

Megoldás:

A feldobott test helyzeti energiája ($E_{\text{helyzeti}}=m \cdot g \cdot h$) akkor maximális, amikor a legmagasabbra ér, ekkor sebessége 0m/s . Látható, hogy a helyzeti energia arányos a h magassággal. Az elhajítás pillanatában $H=0$ legyen. Ekkor csupán mozgási energiája van a testnek, ami $E_{\text{mozgási}}=1/2 \cdot m \cdot v^2$. A test mozgási energiája folyamatosan helyzeti energiává alakul át, ahogy felfelé halad. Mivel a test összenergiája (mozgási+helyzeti) állandó, így igaz a következő: $1/2 \cdot m \cdot v_{\text{max}}^2 = m \cdot g \cdot h_{\text{max}}$. Látható, hogy h_{max} egyenesen arányos v^2 -tel. Mivel $I=m \cdot v$, és m állandó ezért a kezdeti impulzus négyzete arányos a maximális magassággal; más szóval a kezdeti impulzus a maximális magasság négyzetgyökével arányos. Tehát 4-szeres h_{max} eléréséhez 2-szeres kezdeti impulzus szükséges.

5. Harmonikus rezgésnél a tömegpont sebessége és gyorsulása

- A) mindig ugyanabba az irányba mutat B) mindig ellentétes irányba mutat
C) ugyanakkor veszi fel a nulla értéket D) ugyanazzal a frekvenciával változik
E) különböző frekvenciával változik F) állandó

Megoldás:

Ha a tömegpont kitérés-idő függvénye $x(t)=A\sin(\omega t)$, akkor a sebesség-idő függvény $v(t)=A\omega\cos(\omega t)$, a gyorsulás-idő függvény pedig $a(t)=-A\omega^2\sin(\omega t)$. Ez az utóbbi két függvény a periódus bizonyos szakaszaiban (a második és a negyedik negyedben) azonos, más szakaszokban pedig (az első és a harmadik negyedben) különböző előjelű, tehát A és B rossz válasz. Amikor az egyik függvény nulla, a másik ± 1 , tehát a C is rossz. Ugyanaz az ω mindkét függvényre, azaz a D jó, az E pedig nem jó. Az F ránézésre rossz, mivel a szinusz és koszinusz függvények nem állandó értékeket vesznek fel.

6. Egy testet 60N erővel lehet 4m sugarú körpályán tartani úgy, hogy a test másodpercenként fél fordulatot tesz meg. Mekkora a test tömege?

- A) 120kg B) 7,5kg C) 30kg D) 4,77kg E) 3,75kg F) **1,52kg** G) 3,87kg

Megoldás:

A centripetális erő tartja a testet a körpályán, $F_{cp}=m\cdot R\cdot\omega^2$. A keringési idő most $T=2s$, mivel egy fordulatot két másodperc alatt tesz meg. a szögsebesség $\omega=2\cdot\pi/T$, tehát $\omega=2\cdot\pi/2s=\pi$ 1/s
Ezekből $m=F_{cp}/(R\cdot\omega^2)=60/(4\cdot\pi^2)=1,52kg$.

7. Van két golyónk, amelyek ugyanolyan, $\rho=0,5g/cm^3$ sűrűségű műanyagból készültek, csak az első átmérője 20cm, a másodiké 10cm. Hányszor nagyobb az első golyó tömege?

- A) kétszer B) négyszer C) **nyolcszor** D) tizenhatszor E) nem is nagyobb

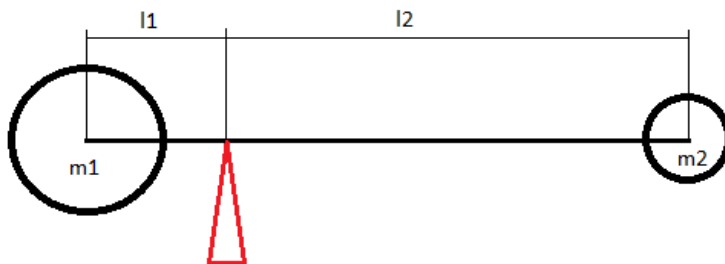
Megoldás:

$m=\rho\cdot V$. Mivel $\rho_1=\rho_2$, ezért a tömeg arányos a térfogattal. Gömb térfogata: $V=\frac{4}{3}\pi r^3$. Tehát 2-szer nagyobb átmérőhöz (azaz kétszer nagyobb sugárhoz) 2^3 -szor, azaz 8-szor nagyobb térfogat tartozik. Esetünkben a 20cm-es golyó 8-szor nehezebb a 10cm-esnél.

8. Ha az előbbi két golyó egymástól 90cm-re van, hány cm-re van az első golyótól a tömegközéppontjuk?

- A) 45 B) **10** C) 20 D) 40 E) 80

Megoldás:



Tudjuk, hogy $m_1=8\cdot m_2$. A tömegközéppontnál: $m_1\cdot l_1=m_2\cdot l_2$, és $l=l_1+l_2=90cm$. Ebből az egyenletrendszerből megkapjuk, hogy $l_1=l\cdot m_2/(m_1+m_2)=90cm\cdot 1/(1+8)=10cm$.
Úgy is megoldható a feladat, ha a tömegközéppont általános képletét használjuk:

$$x_s = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i} \text{ és pl. a nagyobb gömb középpontjában vesszük fel az origót. Ekkor}$$

$$x_s = \frac{8 \cdot 0 + 1 \cdot 90}{9} = 10.$$

9. Ha az előbbi két golyót $\rho=1\text{g/cm}^3$ sűrűségű vízbe tesszük, hányszor nagyobb az első golyó vízből kilógó részének térfogata?

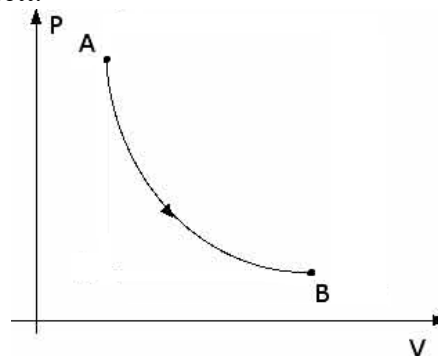
- A) kétszer B) négyszer **C) nyolcszor** D) ugyanakkora E) feleakkora

Megoldás:

Mivel a golyók sűrűsége a fele a vízének, mindkét golyó félig süllyed el, tehát a 8-szor nagyobb golyó vízből kilógó térfogata 8-szor nagyobb, mint a kisebb golyóé.

10. Ideális gáz állapotjelzői az ábrán látható módon változtak. Az állapotváltozás során végig igaz volt, hogy $p \cdot V = \text{állandó}$ érték. Melyik állítás igaz az alábbiak közül?

- A) A gáz hőt adott le a környezetének.
B) A gáz hőt vett fel a környezetéből.
 C) Az expanzió során a gáz hőmérséklete nőtt.
 D) Az expanzió során a gáz hőmérséklete csökkent.
 E) A folyamat során a gáz belső energiája növekedett.



Megold.: Ha $pV = \text{állandó}$, akkor a hőmérséklet is. Mivel az izoterm tágulás során a gáz munkát végez, de belső energiája nem változik, hőt kell felvennie.

3. Normál nehézségű

1. Kétdimenziós Descartes koordináta-rendszerben egy pont koordinátái (9, 12). Melyek lehetnek az (r,φ) koordináták síkpólár koordináta rendszerben?

A) (21, 0,75) B) (3, arctg0,75) C) **(15, arctg1,25)** D) (15, arcsin1,25) E) (21,3)

Megold: A [síkpólár koordináta rendszer bevezetésénél](#) tárgyalt összefüggéseket alkalmazva r-et Pithagorasszal, φ-t szögfüggvénnyel számoljuk.

2. Egy m=5kg tömegű testre állandó nagyságú és irányú erő hat. A test sebességvektorának Descartes-koordinátái t=1s-nál (1,1,0), t=5s-nál pedig (1,-7,0). Melyek az erő-vektor koordinátái?

A) (10,0,0) B) **(0,-10,0)** C) (0,0,10) D) (0,20,0) E) (0,-160,0) F) (5,160,0)

megold: A sebességváltozás vektora (0, -8, 0), az impulzusváltozásé (0, -40, 0), ezt osztjuk t-vel:

3. Egy (kezdetben feszítetlen) rugót 50J munkával lehet 2cm-rel megnyújtani. Mennyi a rugóállandó?

A) 2500J/m B) 100N/m C) **250000N/m** D) 1250N/m E) 1Jm F) kevés az adat

megold.: $\frac{1}{2} Dx^2$ képlettel

4. Egy tömegpont egyenletes körmozgást végez az x-y síkban az origó körül, szögsebessége 12/s, a z tengely irányába mutat (x, y, és t jobbsodrású koordináta-rendszert alkotnak). Tudjuk, hogy t=0-nél épp az x=3, y=0 pontban van. Mi igaz a pont koordinátáira t=4s-nál?

A) x>0, y>0 B) x<0, y>0 C) x>0, y<0 D) **x<0, y<0** E) x=0, y>0 F) x=0, y=0

megold.: óramutató járásával ellentétes a mozgás, 4s alatt a szögelfordulás 48 radián, tehát 7,64 teljes fordulatot tesz meg, vagyis mindkét koordináta negatív

5. Harmonikus rezgőmozgást végző test esetén hányadrésze az egy teljes periódushoz tartozó átlagsebesség a maximális sebességnek? A) 0,25 B) 0,318 C) 0,5 D) **0,637** E) 0,707

Megoldás: Egy T periódus alatt 4A utat tesz meg a rezgő tömegpont, tehát az átlagsebesség:

$$v_{\text{átl}} = \frac{4A}{T} = \frac{4A\omega}{2\pi} = \frac{2A\omega}{\pi}. \text{ A maximális sebesség viszont } A\omega, \text{ a kettő hányadosa } \frac{2}{\pi}.$$

6. Egy 8 méter hosszú merev homogén rúd egyenletesen gyorsulva forog a tömegközéppontja körül. Hányszor nagyobb a rúd végének gyorsulása azon pont gyorsulásától, amelyik a középponttól egy méterre van?

A) 2 B) **4** C) 8 D) 16 E) 32 F) egyenlők G) kisebb H) kevés az adat

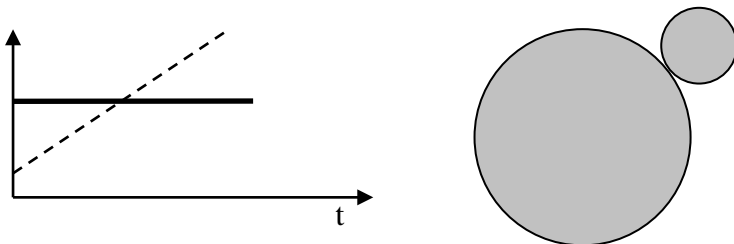
megold: A **centripetális** és a **tangenciális gyorsulás** is arányos r-rel

7. Egy tömegpont gyorsuló körmozgást végez állandó szöggyorsulással. A pont mely jellemzőit ábrázolhatja az alábbi grafikonon a szaggatott és a vastag vonal (sorrendben)?

A) centripetális és tangenciális gyorsulás B) tangenciális és centripetális gyorsulás

C) sebesség és mozgási energia D) mozgási energia és impulzus

E) sebesség és tangenciális gyorsulás F) impulzus és gyorsulás



megold: v lineárisan nő, tehát a_{cp} és E_k négyzetesen nő, vagyis ez utóbbiak nem lehetnek az ábrán

8. Az ábrán látható, egymással érintkező két körlapot ugyanazon homogén fémlemezről vágtuk ki. A nagyobb körlap sugara 3m, a kisebbiké 1m. A két körlapból álló rendszer tömegközéppontja nyilván a két kör középpontját összekötő egyenesen, a két középpont között van, de milyen távolságra?

- A) A nagyobbik kör középpontjából 0,4m távolságban.
- B) A nagyobbik kör középpontjától 1m távolságban.
- C) A nagyobbik kör közepétől 2m távolságban.
- D) A nagyobbik kör közepétől 3m távolságban.

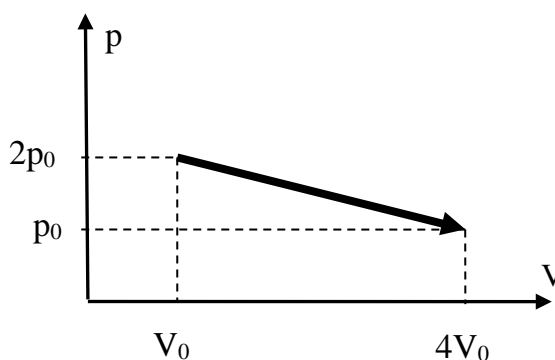
megold.: A nagyobbik körlap kilencszer nagyobb tömegű, tehát kilencszer közelebb van hozzá a tömegközéppont

9. Az ekvipartíció tétele kimondja, hogy adott hőmérsékleten

- A) a rendszer minden részecskéjére ugyanannyi energia jut;
- B) a rendszerben a szóba jöhető szabadsági fokokra minden időpillanatban ugyanannyi energia jut;
- C) a rendszerben a szóba jöhető szabadsági fokokra időátlagban ugyanannyi energia jut;
- D) a rendszer teljes energiája $\frac{1}{2} kT$.

10. Mekkora a gáz által végzett munka az ábrán látható folyamatban?

- A) p_0V_0
- B) $1,5 p_0V_0$
- C) $2 p_0V_0$
- D) $-4 p_0V_0$
- E) $4,5 p_0V_0$
- F) $6 p_0V_0$
- F) $-8 p_0V_0$



megold: Ahogy azt a [térfogati munka fogalmának bevezetésénél](#) említettük, a görbe alatti terület kell

4. Normál nehézségű

- [1] Egy autó először egyenletes gyorsulással álló helyzetből felgyorsul 60 km/h sebességre, majd ugyancsak egyenletesen lelassul álló helyzetig. Mekkora az átlagsebessége?
A) 30 km/h B) 45 km/h C) 15 km/h
D) Csak az egyes szakaszok időtartamának ismeretében adható meg.
E) Csak a gyorsulások konkrét értékeinek ismeretében adható meg

- [2] Egy testet egy torony tetejéről 3 m/s sebességgel hajítunk el vízszintesen. Mennyi idő múlva lesz a sebessége 5 m/s?
A) 2s B) 0,2 s C) 0,4 s D) 0,5 s E) A test sebessége sohasem lehet 5 m/s.

Megoldás: Mivel a közegellenállástól eltekintünk, a test vízszintes irányú sebességkomponense állandó, azaz $v_x=3\text{m/s}$. A sebesség függőleges irányú komponense az idővel arányosan változik, mivel a test a gravitáció miatt gyorsulni fog. A függőleges komponens sebesség-idő függvénye: $v_y=g\cdot t$. A feladatban azt kell meghatároznunk, hogy mennyi idő múlva lesz a sebességvektor nagysága 5m/s. Tudjuk, hogy a vektor nagysága: $v=(v_x^2+v_y^2)^{(1/2)}$. Ebből $v_y^2=v^2-v_x^2=25-9=16$. Tehát $v_y=\pm 4$ m/s. Az előjel attól függ, hogy hogyan vettük fel a koordinátarendszert. Ha $g=-10\text{m/s}^2$, akkor $v_y=-4\text{m/s}$. Ebből t számítható: $t=-4/(-10)=0,4\text{s}$.

- [3] Egy könnyű csigán kötélen van átvetve, amelynek egyik oldalára egy 2kg-os, másikkra egy 4kg-os test van akasztva. Mekkora lesz utóbbi gyorsulása?
A) g B) g/2 C) g/3 D) g/4 E) g/6 F) egyik sem, mert folyamatosan növekszik

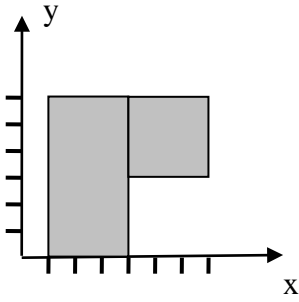
- [4] Egy magas toronyból leejtünk egy fél kilogramm tömegű testet. Mennyi a gravitációs erő teljesítménye az elejtés után 2 másodperccel?
A) 1W B) 2W C) 4W D) 5W E) 10W F) 20W G) 50W H) **100W**
Megold.: A $P=Fv$ képletet kell használni, $v=at$.

- [5] Hogyan változik az időben egy csillapított rezgőmozgást végző test impulzusa? Az alábbiak közül melyik függvénnyel lehet arányos?
A) $\sin(\omega t)$ B) $\sin^2(\omega t)$ C) $\sin(m\omega t)$ D) $e^{-\alpha t}$ E) $e^{-\alpha t}\cdot\sin(\omega t)$ F) $t\cdot e^{-\alpha t}$

- [6] Egy test harmonikus rezgőmozgást végez ω körfrekvenciával. Hogyan változik a rugóerő teljesítménye?
A) folyamatosan nő
B) szinuszosan változik ω körfrekvenciával
C) szinusz-négyzetesen változik ω körfrekvenciával
D) nem változik
E) **egyik** korábbi válasz sem lehet igaz
Megoldás: A $P=Fv$ képlet alapján $\cos(\omega t)\sin(\omega t)$ szerint változik.

- [7] Mekkora átlagteljesítmény kell ahhoz, hogy egy 2m hosszú, 24kg-os homogén rudat álló helyzetből 3s alatt felpörgessünk a rúd közepén átmenő, rúdra merőleges tengely körül 9/s szögsebességre?
A) 216W B) 432W C) **108W** D) 144W E) 1296W

- [8] Melyek az ábrán látható, homogén lemezből kivágott alakzatnak a tömegközéppontjának (x,y) koordinátái? Mindkét tengelyen a besztások távolsága 2 egység. A) (7, 7) B) (8, 6) C) (6, 8) D) (7.5, 6,5)



[9] 4 mol gázt melegítünk úgy, hogy a nyomása végig a légköri nyomás. A gáz hőmérsékletének 10°C -kal való emeléséhez 831J hőre van szükség. Hány atomos lehet a gáz?
 A) 1 **B) 2** C) legalább 3 D) ennyi adatból nem lehet megmondani

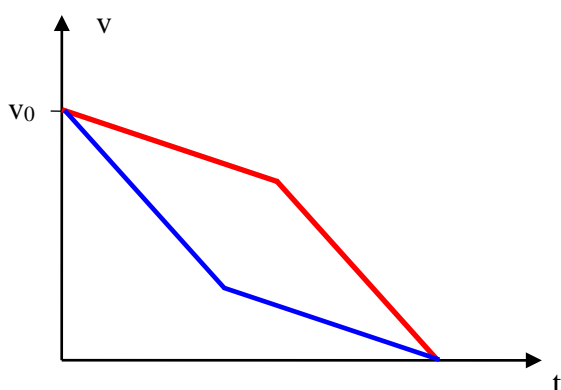
[10] Melyik állítás feltétlenül igaz? Ha a gázzal egy folyamatban hőt közlünk, akkor a folyamatban a gáz
 A) belső energiája növekszik B) pozitív munkát végez C) hőmérséklete növekszik
 D) nyomása növekszik **E) egyik sem mindig igaz**

5. Normál nehézségű

[1] Két, kezdetben egyforma v_0 sebességű autó állóra fékezése pontosan ugyanannyi ideig tartott. Az első autó először erősen fékezett, aztán kevésbé, míg a második autó először fékezett kevésbé, majd később erősebben. Melyiknek a fékútja volt rövidebb?

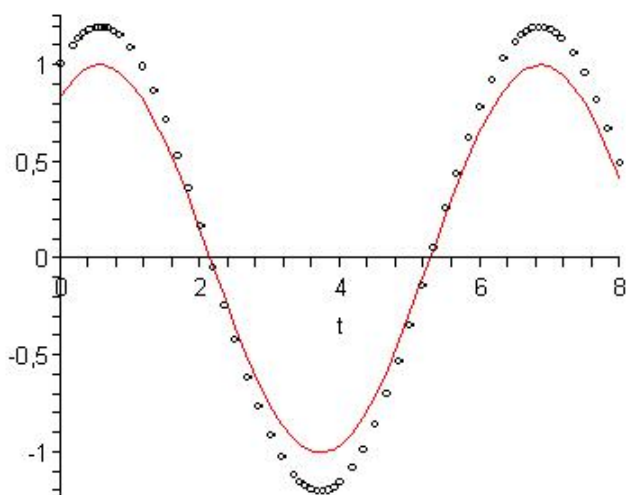
- A) A két fékút egyenlő.
- B) Az első autó fékútja rövidebb.**
- C) A második autó fékútja rövidebb.
- D) Ennyi adatból nem dönthető el.

Megoldás: A sebesség-idő grafikonon ábrázolva a két mozgást, ugyanazon pontból indulnak, és ugyanabba érkeznek. A fékezés erőssége a gyorsulást adja meg, ami a görbe meredeksége, tehát a felső, piros görbe a második autó. A piros görbe alatti terület nagyobb, tehát a helyes válasz a B. Az ábrából az is látszik, hogy nem szükséges, hogy az erős és gyenge fékezés egyenlő ideig tartson, mindenképp a B válasz a jó.



[2] Egy 3kg tömegű testet 30m magasról leejtünk, de amikor a földbe csapódik, sebessége csak 20m/s. Mennyi volt a súrlódási erő munkája? A) **300J** B) 60J C) 600J D) a súrlódási erő munkája elhanyagolható

[3] A harmonikus rezgőmozgást végző test milyen jellemzőinek időfüggését láthatjuk az alábbi grafikonon? A) kitérés és sebesség B) sebesség és gyorsulás C) sebesség és impulzus
A) D) gyorsulás és impulzus E) mozgási energia és gyorsulás F) kitérés és impulzus



[4] Egy tömegpont csillapított rezgőmozgást végez. Melyik mennyiség nem változik az idővel?
A) amplitúdó B) mechanikai energia C) frekvencia D) impulzus

[5] Egy síkhullám esetén az egymástól a hullám terjedési irányában $\frac{\lambda}{4}$ távolságra lévő pontok fáziskülönbsége A) $\frac{\pi}{4}$ B) $\frac{\pi}{2}$ C) π D) 2π E) 0

[6] Egy adott vonatkoztatási rendszerben egy merev test minden pontja egyenletes körmozgást végez. Ekkor mindenképp igaz, hogy a szóban forgó vonatkoztatási rendszerben
A) a test tömegközéppontja nyugalomban van
B) a testre ható eredő erő nulla
C) a testre ható eredő erő teljesítménye pozitív
D) a test mozgási energiája állandó

[7] Egy bolygó ellipszispályán kering a Nap körül. Napközelen vagy naptávolban nagyobb az impulzusa? A) napközelen B) naptávolban
C) mindig ugyanakkora az impulzusmegmaradás miatt
D) attól függ, melyik bolygóról van szó
megold: lásd **Kepler II. törvényét**

[8] Egy középkori malmot egy számár forgat. A számár egy vízszintes rúdhoz van kötözve, arra 400N erőt fejt ki a forgástengelytől 2m távolságban. Mennyi munkát végez a számár, amíg 20-szor körbeforgatja a rudat? A) 16kJ B) 8kJ C) 4kJ D) **100,5kJ**

[9] Két darab, egyenként 10kg tömegű és 22°C hőmérsékletű test halad egymás felé. Az egyik sebessége 40m/s, a másiké pedig 80m/s. A testek rugalmatlanul ütköznek. Mekkora lett az ütközés utáni hőmérsékletük, ha a testek anyagának fajhője $c=150\text{J/kgK}$, továbbá az összes energia a testek hőmérsékletének emelésére fordítódott?
A) 24°C B) 35,33°C C) 70°C D) **34°C** E) 118°C

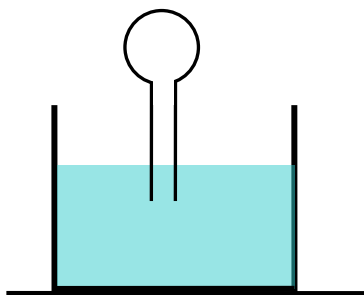
megold.: az ütközés utáni közös sebesség az impulzusmegmaradásból 20m/s. Az átalakult mozgási energiából a $c \cdot (m + m) \cdot \Delta T$ képlettel számoljuk a hőmérsékletváltozást, amire 12°C adódik

[10] Egy 20 °C hőmérsékleten hitelesített és skálázott, acélból készült mérőszalaggal mérünk nyáron 32 °C hőmérsékleten. A mért hosszérték a mérőszalag szerint 1800mm. Melyik állítás igaz a test valódi (32°C-on vett) hosszára?

- A) **nagyobb, mint 1800mm.**
- B) kisebb, mint 1800mm.
- C) A mérőszalag hitelesített, tehát valós hosszértéket mutat.
- D) túl kevés az adat

6. Normál

- [1] Az A és a B testeket vízszintes talajról ugyanakkora kezdősebességgel hajtjuk el. Az A test kezdősebessége kisebb szöveget zár be a vízszintessel, mint a B kezdősebessége. Melyik állítás helyes?
- A) A B test mozgása hosszabb ideig tart és messzebbre jut el, mint az A test
B) A B test mozgása hosszabb ideig tart
C) A B test magasabbra emelkedik, és messzebbre jut
D) A B test magasabbra emelkedik, de az A test messzebbre jut
E) A válaszhoz ismernünk kellene a két szöveget
- [2] Egy autó álló helyzetből indul és 5 másodperc alatt gyorsul fel 100km/h-ra, miközben egyenes vonalon mozog. Mennyi a gyorsulás normális és tangenciális komponense?
- A) 20m/s^2 és 0 B) 0 és 20m/s^2 C) 0 és $5,55\text{m/s}^2$ D) $5,55\text{m/s}^2$ és 0
E) 10 és 10m/s^2 F) 72m/s^2 és 0
- [3] Egy test sebessége egy adott időpillanatban x irányba mutat és nagysága 6m/s . A test gyorsulása végig z irányba mutat és konstans 2m/s^2 . Hány m/s lesz 4s múlva a test sebessége?
- A) 14 B) 2 C) 8 D) 32,56 E) **10** F) ennyi adatból nem lehet megmondani
- [4] Van két test, az első tömege kétszer akkora, mint a másodiké. Mindkét test álló helyzetből indul és időben állandó nagyságú és irányú eredő erő hat rájuk, az elsőre négyszer akkora, mint a másodikra. Azt szeretnénk, ha mindkét test egy métert haladna. Hányszor annyi idő kell ehhez a második testnek?
- A) kétszer B) négyszer C) nyolcszor D) fele E) negyede F) egyik sem
- [5] Melyik erőnek nem lehet pozitív a munkavégzése?
- A) gravitációs erő B) rugóerő C) centripetális erő D) Coulomb-erő E) kötél-erő
megold: a **centripetális erő** mindig merőleges a sebességre, tehát teljesítménye nulla
- [6] Egy tömegpont harmonikus rezgést végez, a rugóerőn kívül más erő nem hat. Ekkor a kinetikus és a potenciális energia összege A) szinuszosan változik B) szinusz-négyzetesen változik C) lineárisan nő D) lineárisan csökken E) exponenciálisan csökken F) nem változik
- [7] Egy m tömegű test egy rugóra van felfüggesztve és harmonikus rezgőmozgást végez A amplitúdóval, T periódusidővel. Hányszorosára nő a periódusidő, ha $4m$ tömegű testet akasztunk a rugóra és az $A/4$ amplitúdóval rezeg.
- A) 2 B) 4 C) 8 D) 16 E) nem változik F) felére csökken G) negyedére csökken
- [8] Melyik alábbi állapotjelző extenzív?
- A) sűrűség B) részecskeszám C) nyomás D) hőmérséklet
- [9] Egy nyári napon hajnalban kiteszünk egy kád vizet az udvarra, fejjel lefele belógatunk egy lombikot és rögzítjük. Milyen állapotváltozáson megy keresztül a lombikba bezárt levegő?
- A) izobár B) izochor C) izoterm D) adiabatikus
E) egyik sem, emellett p , V és T is növekedett
F) egyik sem, emellett p , és T növekedett, V csökkent



[10] Egy elektromos vízmelegítőbe $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű hidegvíz folyik be és $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű melegvízvíz hagyja el. Egy személy a 25 liter felmelegített vizet mind elhasználta zuhanyzáskor. Az elektromos energia ára 45 Ft/kWh, a víz fajhője pedig 4180 J/kgK . Mennyibe kerül a víz energiájának 1 MJ-lal történő növelése, és hány Ft a zuhanyzás villamosenergia-költsége?

- A) **12,5Ft/MJ és 65,3Ft/zuhanyzás**
- B) 45Ft/MJ és 235,125Ft/zuhanyzás
- C) 65,3Ft/MJ és 45Ft/zuhanyzás
- D) 273Ft/MJ és 282Ft/zuhanyzás
- E) 12,5Ft/MJ és 116,1 Ft/zuhanyzás

7. Normál

- [1] Egy testet vízszintes talajról ferdén elhajítunk. A test $t > 0$ idő múlva, az indítástól $s > 0$ távolságra visszaesik a talajra. Melyik állítás igaz a pálya tetőpontjára?
- A test sebessége nulla, gyorsulása nem nulla.
 - A test sebessége nem nulla, gyorsulása nulla.
 - A sebesség és a gyorsulás is nulla
 - A test sebességének nagysága kisebb, gyorsulása nagyobb, mint a pálya többi pontján.
 - A pálya tetőpontján a test sebességvektora merőleges a test gyorsulásvektorára.**
- [2] Egy testre ható eredő erő iránya minden pillanatban merőleges a mozgás irányára. Ekkor mindenképp igaz, hogy
- | | |
|---|--|
| A) a test sebességének nagysága növekszik | B) a test sebességének nagysága csökken |
| C) a test egyenes vonalú mozgást végez | D) a test sebességének nagysága állandó |
| E) a test rezgőmozgást végez | F) a test impulzusa növekszik |
- [3] Melyik tételből következik közvetlenül, hogy Münchhausen báró nem tudja saját magát a hajánál fogva kiemelni a mocsárból? **A) tömegközépponti tétel** B) impulzusmomentum-tétel
C) munkatétel D) teljesítménytétel E) Steinter-tétel
- [4] Az alábbi rendszerek közül melyikre érvényes az impulzusmegmaradás?
- egy antik óra ingája lengés közben
 - egy test és a rugó, amelyre fel van függesztve, harmonikus rezgés közben
 - egy kalapácsvető és a kalapács, miközben elröpi
 - egy motoros kanyarodás közben
 - két jégkorongozó ütközik a jégen**
- [5] Egy test harmonikus rezgőmozgást végez, összes energiája 400J. Mekkora a potenciális energiája, amikor a kitérés az amplitúdó negyede? A) 200J B) 100J C) 50J **D) 25J** E) 12,5J F) 6,25J
- Megoldás: Ha a kitérés maximális, az összes energia potenciális energia. Ha a kitérés negyedannyi, akkor az $E_p = \frac{1}{2} D x^2$ képletből láthatóan a potenciális energia ennek $\frac{1}{16}$ -od része, azaz 25J.
- [6] Egy motoros háromféleképpen mozoghat ugyanazon sebességgel. 1. közeledik felénk. 2. távolodik tőlünk, 3. olyan körpályán mozog, amelynek mi vagyunk a középpontjában. Rendezzük magasság szerint növekvő sorrendbe a hallott hangokat
A) 2., 3., 1. B) 3., 2., 1. C) 1.=2., 3. D) 3, 1.=2.
E) mindig ugyanolyan magasságú hangot hallunk, 1.=2.=3.
- [7] Egy tömegpont egyenletes körmozgást végez az x-y síkban az origo körül, a (0,5) pontból indulva. Hogyan függ ekkor a centripetális erő x komponense az időtől?
A) állandó **B) szinuszosan változik** C) lineárisan nő
D) $1/t$ szerint csökken E) exponenciálisan csökken F) $\ln(t)$ szerint nő
- [8] Egy bolygó ellipszispályán kering a Nap körül. Melyik rá jellemző mennyiség állandó?
A) sebesség B) centripetális gyorsulás C) tangenciális gyorsulás
D) impulzus **E) impulzusmomentum**

- [9] Egy vízzel teli 40cm mély akvárium fenekén három fémgolyó van. A sugaraik rendre $R_1=2\text{cm}$, $R_2=3\text{cm}$, $R_3=6\text{cm}$, a sűrűségük $\rho_1=9\text{g/cm}^3$, $\rho_2=1200\text{kg/m}^3$, $\rho_3=3\text{kg/dm}^3$. Rakjuk nagyság szerinti sorrendbe a golyókra ható felhajtóerőket! A) $F_1 < F_2 < F_3$ B) $F_1 > F_2 > F_3$ C) $F_1 = F_3 < F_2$ D) $F_1 < F_3 < F_2$ E) $F_3 < F_2 < F_1$ F) $F_3 < F_1 < F_2$

Megoldás: Mivel mindhárom golyó sűrűsége nagyobb, mint a vízé, az átmérője pedig kisebb, mint a víz mélysége, mindhárom teljes térfogatával a vízben van. Innentől a golyók sűrűsége irreleváns, csak a kiszorított víztérfogatokat kell sorrendbe rakni. Ez pedig nyilván a golyók sugarának monoton függvénye, tehát az A) a helyes válasz.

- [10] Egyik végén lefenekelt hengert ideális gázzal töltünk meg, majd mozgatható dugattyúval zárjuk el a külvilágtól. A henger fala hővezető (pl. acél), így hőt is közölhetünk a gázzal. A gáz térfogatát a tizedére csökkentjük, míg a Kelvin-skálán mért hőmérséklete 2-szeresére növekedett. Mit mondhatunk az összenyomott gáz nyomásáról?

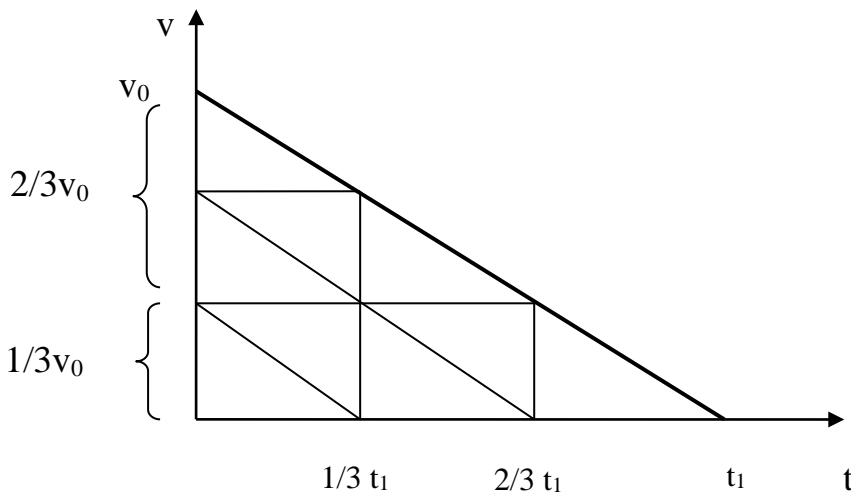
- A) A gáz nyomása 2-szeresére növekedett.
 B) A gáz nyomása 10-szeresére növekedett.
 C) Mivel jóhővezető a henger fala, így a nyomás nem emelkedhet a folyamat során.
 D) **A gáz nyomása a 20-szorosára növekedett.**
 E) A gáz nyomása az 5-szörösére növekedett.

8. Átlagosnál kicsit nehezebb, számolásabb kérdések:

- [1] Egyenletesen lassuló test 80 m-es úton elveszti a sebessége 2/3-ad részét. Mekkora utat tesz még meg a megállásig? (Javasolt: grafikus megoldás)

- A) **10 m** B) 13,3 m C) 26,6 m D) 40 m E) 80m F) kevés az adat

Megoldás:



Egy test által annak mozgása során megtett útja megegyezik a sebesség-idő függvény görbéje alatti területtel. Egyenletes gyorsulás/lassulás esetén ez a függvény egy $y=ax+b$ egyenessel adható meg, ahol „y” a pillanatnyi sebesség, „a” a gyorsulás értéke, „b” a kezdősebesség, az „x” pedig az időnek felel meg. A grafikonon látható, hogy a görbe alatti háromszöget kilenc egybevágó háromszögre bonthatjuk fel. Megállapítható, hogy amíg a test a kezdősebességének az 1/3-ára fékeződik le, addig az összes útjának megfelelő 9db. háromszögből pontosan 8db háromszög területének megfelelő utat tesz meg. Tehát ha az összes út „s”, akkor a 80m megegyezik az összes út 8/9-ével. Tehát a megállásig még az összes út 1/9-ét fogja megtenni a test, ami $s_m=1/9 \cdot s=1/9 \cdot 9/8 \cdot 80\text{m}=10\text{m}$.

[2] Egy test a Föld felszínétől $R/2$ távolságra van, ahol R a Föld sugara. A test a Föld vonzása következtében leesik a talajra. Hányszorosára nő eközben a potenciális energiájának abszolút értéke, ha a nulla szintet végtelen távol választjuk?

- A) 2 B) **3/2** C) 3 D) 9/4 E) nem is nő

megold: **Newton-féle gravitációs erő potenciális energiájának** képletét használva az esés előtt

$$E_p(r) = -\frac{\gamma mM}{R+R/2} = -\frac{2}{3} \frac{\gamma mM}{R}, \text{ az esés után } E_p(r) = -\frac{\gamma mM}{R}.$$

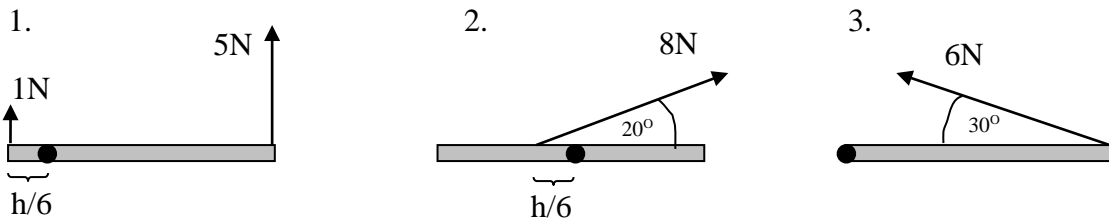
[3] Egy tömegpont egyenletesen gyorsuló körmozgást végez, álló helyzetből indulva. Ha az első másodperc végéig éppen egy fordulatot tett meg, hány további másodperc szükséges a következő teljes fordulat megtételéhez? A) 0,5 B) **0,414s** C) 0,25 D) 0,75 E) 0,707

[4] Tegyük fel, hogy egy olyan rugónk van, ahol a potenciális energia $E_p = Ax^2 + Bx^4$ módon függ az x megnyúlástól, A és B állandók. Melyik lehet az adott rugó erőtvénnye?

- A) $F = -Cx$ B) $F = -Cx^3$ C) $F = -Cx - Dx^3$ D) $F = -(A+B)x$ E) $F(x) = A \sin(\omega x)$

Megold.: Deriválással

[5] Az ábrákon ugyanakkora tömegű és ugyanolyan h hosszúságú rudakat láthatunk felülnézetből, a forgástengelyt kis fekete pötty jelöli. A rudak álló helyzetből indulnak. Hasonlítsuk össze a tengely körüli elfordulásuk szögét 0,2s alatt.



- A) $\varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_3$ B) $\varphi_2 < \varphi_1 < \varphi_3$ C) $\varphi_3 < \varphi_2 < \varphi_1$ D) **$\varphi_2 < \varphi_3 < \varphi_1$** E) $\varphi_3 < \varphi_1 < \varphi_2$ F) $\varphi_1 < \varphi_3 < \varphi_2$

Megoldás:

A rudak tengely körüli szögelfordulásának sebessége a rájuk ható erő(k) által kialakult **forogatónyomatéktól** és a testek **tehetetlenségi nyomatékától** függ a **forgómozgás alapegyenlete** szerint: $M = \theta\beta$.

A forgatónyomatékok: $M_1 = 5 \cdot \frac{5}{6} - 1 \cdot \frac{1}{6} = 4$, $M_2 = 8 \cdot \frac{1}{6} \cdot \sin 20 = 0,456$ és $M_3 = 6 \cdot 1 \cdot \sin 30 = 3$

A tehetetlenségi nyomatékok: az első rúdnál $h/3$ -mal el van tolva a tengely a súlypontból, tehát

Steiner tételével $\theta_1 = \frac{1}{12} mh^2 + m\left(\frac{h}{3}\right)^2 = \frac{7}{36} mh^2$. $\theta_2 = \frac{1}{12} mh^2$ és $\theta_3 = \frac{1}{3} mh^2$, a szöggyorsulások

aránya $\frac{4}{7/36} : \frac{0,456}{1/12} : \frac{3}{1/3} = 20,57 : 5,47 : 9$. Tehát a helyes válasz a D.

[6] Azonos tengely körül, egymás felett két test forog, $\theta_1 = 2 \text{ kgm}^2$ $\theta_2 = 3 \text{ kgm}^2$ tehetetlenségi nyomatékkal és $\omega_1 = 7 \text{ 1/s}$ $\omega_2 = 2 \text{ 1/s}$ szögsebességgel. Mekkora lesz a rendszer szögsebessége, ha a két testet egymásra csúsztatva összekapcsoljuk?

- A) 2 1/s B) **4 1/s** C) 4,5 1/s D) 7 1/s

Megold: Írjuk fel az impulzuszóránymomentum-megmaradást: $\frac{1}{2} \theta_1 \omega_1^2 + \frac{1}{2} \theta_2 \omega_2^2 = \frac{1}{2} (\theta_1 + \theta_2) \omega_{\text{közös}}^2$

[7] Tegyük fel, hogy egy $m = 20 \text{ kg}$ tömegű, pontszerűnek tekintett labda csillapodás nélkül pattog egy mérleg $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ területű serpenyőjében. A pályálya csúcsa mindig $h = 10 \text{ cm}$ -re van a serpenyőtől. Mekkora átlagos nyomást fejt ki a serpenyőre?

- A) 20 Pa B) **50 Pa** C) $2 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ D) $5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$ E) 10^5 Pa F) egyik sem

Megoldás: Az energiamegmaradásból kapjuk, hogy a labda $v = \sqrt{2gh}$ sebességgel éri el a serpenyőt. A $h = \frac{g}{2} t^2$ képletet használva látható, hogy h magasságból $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ideig tart, amíg

leér, ezért $\Delta t = 2\sqrt{\frac{2h}{g}}$ idő telik el az ütközések között. Úgy tekinthetjük, hogy a serpenyő ez alatt

összesen $\Delta v = 2\sqrt{2gh}$ sebességváltozást okozott a labdának, tehát a labda átlagosan

$$F = \frac{\Delta I}{\Delta t} = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = m \frac{2\sqrt{2gh}}{2\sqrt{\frac{2h}{g}}} = mg$$

erőt fejt ki a serpenyőre, ami megegyezik a labda súlyával. Ebből

az átlagos nyomás: $p = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{0,2\text{kg} \cdot 10\text{m/s}^2}{0,04\text{m}^2} = 50\text{Pa}$.

[8] Van két függőleges falú tartály, a falak magassága $h_1=800\text{mm}$ és $h_2=1,5\text{m}$. Az első tartály alapja $a=600\text{mm}$ oldalú négyzet, a másodiké $A_2=12000\text{cm}^2$ alapterületű kör. Mindkét tartályt folyadékkal töltjük fel, az elsőbe $\rho_1=0,5\text{g/cm}^3$ sűrűségű folyadékból másodpercenként $0,2\text{kg}$ tömegű áramlik, a másodikba $\rho_2=1200\text{-kg/m}^3$ sűrűségűből percenként 4kg . Hányszor több ideig tart, amíg a második tartály megtelik? A) 2-szer B) 3,2-szer C) 4,5-ször D) 24-szer E) 32-szer F) **45-ször** G) nem is tart több ideig

[9] Hányszor nagyobb a első tartály alján a hidrosztatikai nyomás (a második tartály aljához képest), abban a pillanatban, amikor az *első* tartály éppen megtelik?

A) 0,222-szer B) 0,5333-szor C) egyenlőek D) 2,4-szer E) **10-szer** F) 24-szer

megold.: az első alját $0,8\text{m}$ magas vízoszlop nyomja, a másodikét $1,5\text{m}/45=0,0333\text{m}$ (mivel még csak $1/45$ -ödrészben telt meg). A **hidrosztatikai nyomások** aránya:

$$\frac{h_1 \rho_1 g}{\frac{h_2}{45} \rho_2 g} = \frac{0,8 \cdot 500 \cdot 10}{0,0333 \cdot 1200 \cdot 10} = 10$$

[10] Melyik ideális gázra vonatkozó folyamatban növekszik biztosan a gáz entrópiája?

A) izobár kompresszió B) izochor hűtés C) izoterm kompresszió D) izochor melegítés E) adiabatikus kompresszió

9. Igaz-Hamis:

[1] Ha egy egyenletesen változó mozgást végző autó kezdősebessége 40 km/h , végsebessége 60 km/h , akkor az átlagsebessége mindenképp 50 km/h . **I**

[2] Hengerkoordináta-rendszerben kizárólag görbe vonalú mozgásokat lehet leírni. **H** Bármilyen mozgást le lehet írni, legfeljebb nem könnyen

[3] Ha két test lendülete (impulzusa) egyenlő, akkor a tömegük és a sebességük is egyenlő. **H** elég, ha a szorzatuk megegyezik

[4] Ha egy test potenciális energiája 5J -al csökkent, abból következik, hogy kinetikus energiája 5J -al nőtt. **H** Csak **konzervatív erőterben** igaz

[5] Csillapítatlan kényszerrezgésnél rezonancia akkor következik be, ha a rezgő rendszer sajátfrekvenciája a gerjesztő erő sajátfrekvenciájával megegyezik. **I**

- [6] Ha egy hullám amplitúdója kétszer akkora, mint egy másiké, akkor a hullámhossza is kétszer akkora. **H** nincs ilyen összefüggés
- [7] Ha egy merev rúdra az erők eredője és a forgatónyomatékok eredője is nulla, akkor a rúd nyugalomban van. **H** Attól, hogy a rúdnak nincs szöggyorsulása és a tömegközéppontja nem gyorsul, egyenletes haladó és forgó mozgást még végezhet
- [8] A holdon a testek tehetetlenségi nyomatéka jóval kisebb, mint a Földön. **H** a tehetetlenségi nyomatéknak semmi köze a gravitációhoz
- [9] Ha egy nagyon vékony függőleges üvegcsövet egy tál vízbe teszünk, benne a víz magasabbra kúszik, mint a tálban. **I** Hajszálcsövesség
- [10] A harmat azért keletkezik általában hajnalban, mert akkor hűl le a levegő annyira, hogy a benne lévő pára egy része kicsapódjon. **I** a telített gőz nyomása alacsony hőmérsékleten kisebb, tehát hűtve a gőzt egy bizonyos hőmérséklet alatt a gőz telítetté válik és elkezd lecsapódni