

Villamosmérnök alapszak	F1	F2	F3	F4	M	E1	E2	E3	E4	E5	Összesen	Bónusz	
Fizika1													
1. vizsga, 2018. dec. 19.													

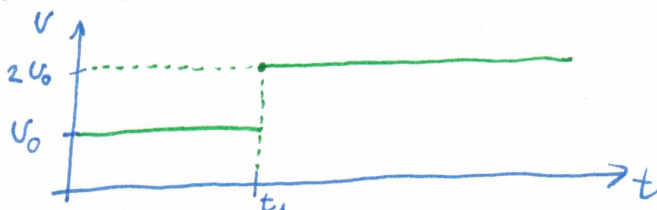
NÉV: _____

Neptun kód: _____

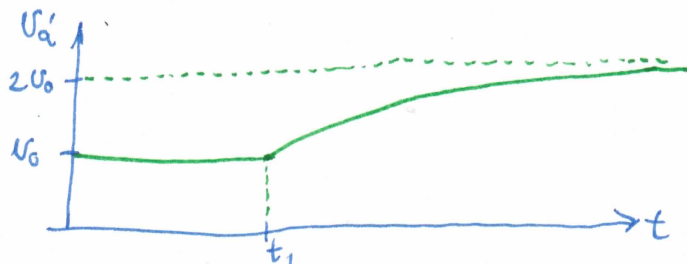
Előadó: Márkus ☐ / Sarkadi ☐

1. Egy GPS alkalmazás képes arra, hogy megmérje a bekapcsolása óta megtett összes utat, valamint a bekapcsolás óta eltelt időt. Az átlagsebességet definíció szerint kiszámítja, és pillanatról pillanatra kijelzi annak aktuális értékét.

a) A felhasználó a $t_0=0$ időpillanatban bekapcsolja az alkalmazást, miközben lakott területen autózik egyenletes v_0 sebességgel. A t_1 időpillanatban kiér a lakóövezetből, és elhanyagolható idő alatt felgyorsít $2v_0$ sebességre. Ezt követően egyenletes sebességgel halad tovább. Vázlatosan ábrázolja a pillanatnyi sebességet az idő függvényében! (1)



b) Vázlatosan ábrázolja a GPS által mutatott átlagsebességet az idő függvényében! (1)



c) Határozzon meg matematikai összefüggést, mely az átlagsebesség idő függését adja meg $t > t_1$ esetben! (1)

$$\Delta s_m = v_0 \cdot t_1 + 2v_0(t - t_1) = v_0(2t - t_1) \quad t_{\text{öss}} = t$$

$$v_a' = \frac{\Delta s_m}{t_{\text{öss}}} = \frac{v_0(2t - t_1)}{t} = 2v_0 - \frac{v_0 t_1}{t} = \boxed{v_0 \left(2 - \frac{t_1}{t} \right)}$$

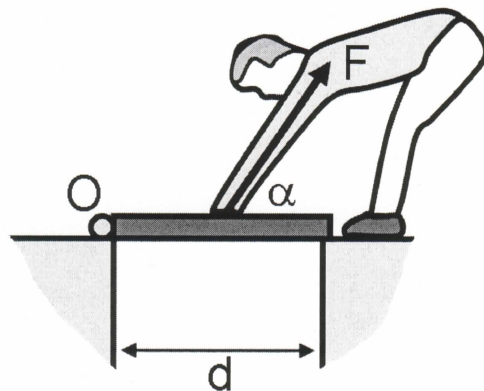
d) Melyik t_2 időpontban jelez a GPS $\frac{3}{2} v_0$ értékű átlagsebességet? (1)

$$\frac{3}{2} v_0 = v_0 \left(2 - \frac{t_1}{t_2} \right) \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = 2 - \frac{3}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{t_2 = 2t_1}$$

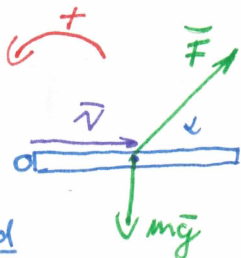
e) Mekkora utat tett meg az autó a fenti pillanatig? (1)

$$\Delta s_m = v_0(2t_2 - t_1) = v_0(2 \cdot 2t_1 - t_1) = \boxed{3v_0 \cdot t_1}$$

2. Egy ember fel akar nyitni egy csatornafedelelet az ábra szerint. A fedél homogén tömegeloszlású, m tömegű, d oldalhosszúságú négyzet alakú lemeznek tekinthető, mely az O tengely körül elfordul. A csatornafedél fogantyúja középen található, melyet az ember F erővel húz. Az erő vektora α szöget zár be a vízszintessel.



a) Írja fel a csatornafedélre ható erők forgatónyomatékát az O tengelyre vonatkoztatva! (1)



$$\vec{M}_1 = \vec{r} \times \vec{F} \Rightarrow M_1 = \frac{d}{2} \cdot F \cdot \sin \alpha$$

$$\vec{M}_2 = \vec{r} \times m\vec{g} \Rightarrow M_2 = -\frac{d}{2} \cdot mg$$

$$M = \frac{d}{2} (F \cdot \sin \alpha - mg)$$

b) Legalább mekkora legyen az F erő nagysága, ha meg szeretnénk mozdítani a csatornafedelelet? (1)

$$0 < M \Rightarrow 0 < \frac{d}{2} (F \cdot \sin \alpha - mg)$$

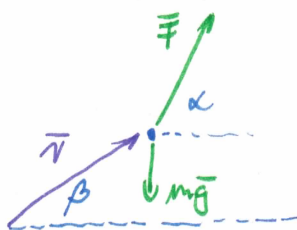
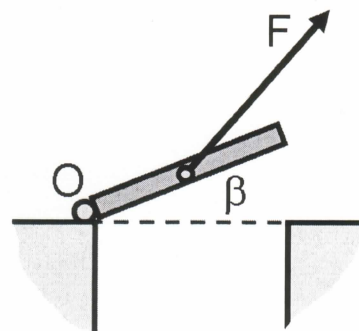
$$\Rightarrow F \cdot \sin \alpha > mg \Rightarrow F > \frac{mg}{\sin \alpha}$$

c) Mekkora kezdeti szöggyorsulással indul el a csatornafedél, ha feltételezzük, hogy az F erő elegendően nagy ahhoz, hogy a fedél megmozduljon? A fedél O tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatéka $\Theta = \frac{1}{3}md^2$ (1,5)

$$M = \Theta \beta \Rightarrow \beta = \frac{M}{\Theta}$$

$$\beta = \frac{\frac{d}{2} (F \sin \alpha - mg)}{\frac{1}{3}md^2} = \frac{3(F \sin \alpha - mg)}{2md}$$

d) Feltételezzük, hogy az F erőnek sem a nagyságát, sem a vízszintessel bezárt α szögét, sem pedig a támadáspontját nem változtatjuk meg a felnyitás során. Mekkora β szögben tudjuk a csatornafedelelet egyensúlyban tartani? (1,5)



$$\Sigma \vec{M} = 0 \Rightarrow \Sigma \vec{F} \parallel \vec{r}$$

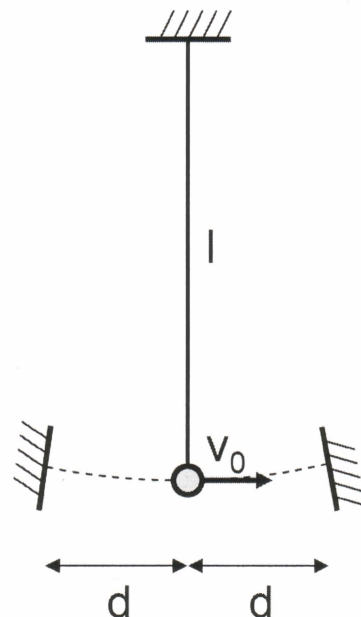
$$\Rightarrow \frac{\Sigma \vec{F}_y}{\Sigma \vec{F}_x} = \tan \beta$$

$$\Sigma F_y = F \cdot \sin \alpha - mg$$

$$\Sigma F_x = F \cdot \cos \alpha$$

$$\tan \beta = \frac{F \cdot \sin \alpha - mg}{F \cdot \cos \alpha}$$

3. Elkészítünk egy l hosszúságú matematikai ingát, melyet v_0 kezdősebességgel indítunk egyensúlyi helyzetéből. Az ingatest pályájára merőlegesen merev falakat helyezünk el az inga egyensúlyi helyzetétől d távolságra az ábra szerint. Az ingatest a falakról tökéletesen rugalmasan képes visszapattanni. Feltételezzük, hogy $l \gg d$



a) Adja meg a rezgés ω körfrekvenciáját, valamint A amplitúdóját, ha NEM LENNÉNEK OTT A FALAK! (1)

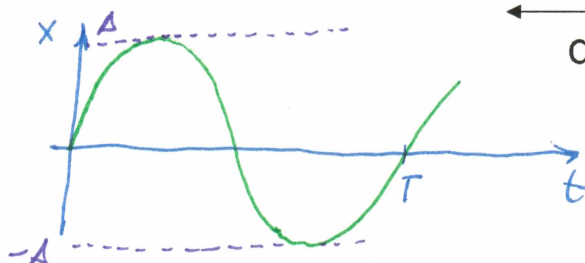
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$v_{\max} = v_0 \quad v_{\max} = A\omega \Rightarrow A = \frac{v_{\max}}{\omega} = v_0 \sqrt{\frac{l}{g}}$$

b) Adja meg a rezgés $x(t)$ kitérés-idő függvényét, ha NEM LENNÉNEK OTT A FALAK! (2)

$$x(t) = A \cdot \sin(\omega t)$$

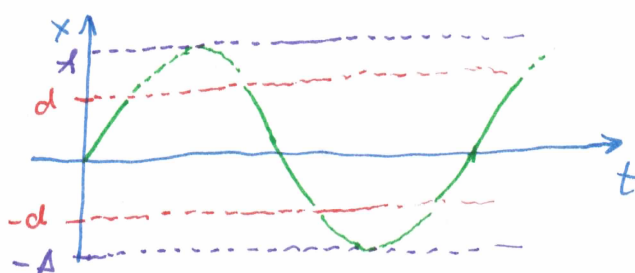
$$x(t) = v_0 \sqrt{\frac{l}{g}} \sin\left(\sqrt{\frac{g}{l}} \cdot t\right)$$



c) Legalább mekkorának kell lennie v_0 -nak, hogy az ingatest nekiütközzön a falnak? (1)

$$d < A \Rightarrow d < v_0 \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$v_0 > \sqrt{\frac{g}{l}} \cdot d$$

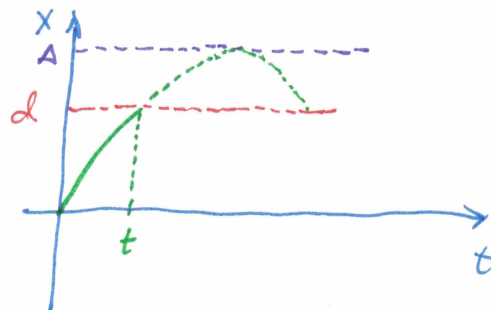


d) Az egyensúlyi helyzetből történő indítástól számítva mennyi idő múlva ütközik az ingatest a falnak? (v_0 -t a c feladatban kiszámított értéknél nagyobbak választjuk) (1)

$$x(t) = d \quad t = ? \quad d = A \cdot \sin \omega t$$

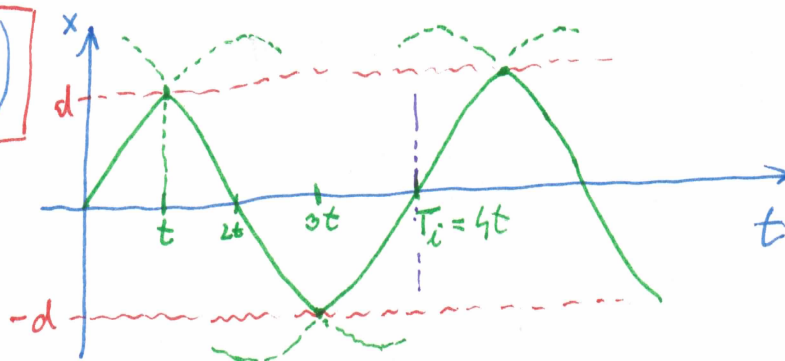
$$\frac{d}{A} = \sin \omega t \Rightarrow t = \frac{1}{\omega} \cdot \arcsin \frac{d}{A}$$

$$t = \sqrt{\frac{l}{g}} \cdot \arcsin\left(\frac{d}{v_0 \sqrt{\frac{g}{l}}}\right)$$



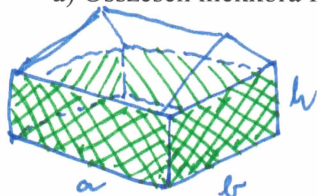
e) Mekkora a falakkal határolt ingamozgás periódusideje? (1)

$$T_i = 4t = 4\sqrt{\frac{l}{g}} \arcsin\left(\frac{d}{v_0 \sqrt{\frac{g}{l}}}\right)$$



4. Egy $a \times b$ oldalú téglalap alapterületű, h magasságú házban T_1 a hőmérséklet, kint a szabadban T_2 ($T_2 < T_1$). A ház oldalfalai d vastagságúak, a falak λ hővezetési tényezőjű téglából épültek. A tető, valamint a talaj felé elhanyagolható a hőáramlás.

a) Összesen mekkora felületen áramlik ki a hő a házból? (1)



$$A = 2a \cdot h + 2b \cdot h = 2h(a+b)$$

b) Mekkora teljesítményű fűtőrendszer segítségével tartható állandó T_1 hőmérsékleten a lakás? (1)

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \lambda \cdot \frac{A}{d} (T_1 - T_2) = \frac{2\lambda h(a+b)}{d} (T_1 - T_2)$$

b) A meglévő fűtőrendszer mellett üzembe helyeznek egy P' teljesítményű hőszugárzót. Mennyivel emelkedik meg a lakás hőmérséklete? (1)

$$P + P' = \frac{2\lambda h(a+b)}{d} ((T_1 + \Delta T) - T_2) \Rightarrow P + P' = \underbrace{\frac{2\lambda h(a+b)}{d} (T_1 - T_2)}_P + \frac{2\lambda h(a+b)}{d} \cdot \Delta T$$

$$P' = \frac{2\lambda h(a+b)}{d} \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{P' d}{2\lambda h(a+b)}$$

c) A tulajdonos úgy dönt, fűtőrendszerét lecseréli egy hőszivattyúra. A hőszivattyú egy olyan Carnot-gép, melynek hideg hőtartálya a külső levegő, meleg hőtartálya a lakás levegője. A gépen az elektromos hálózat végez munkát, minek hatására az hő szivattyúz a külső hideg levegőből a belső térbe. Mekkora teljesítményt vesz fel a hőszivattyú az elektromos hálózatról? (2)



$$\frac{W_{el}}{Q} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \Rightarrow W_{el} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot Q$$

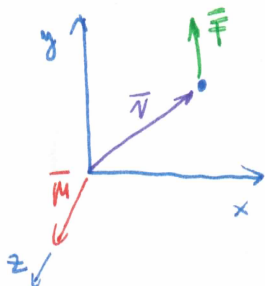
$$\Rightarrow \underbrace{\frac{\Delta W_{el}}{\Delta t}}_{P_{el}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot \underbrace{\frac{\Delta Q}{\Delta t}}_{P_{fűt}}$$

$$P_{el} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot \underbrace{\lambda \frac{A}{d} (T_1 - T_2)}_{P_{fűt}} = \frac{2\lambda h(a+b)}{dT_1} (T_1 - T_2)^2$$

Kifejtendő kérdések

Tömör, lényegre törő, vázlatszerű, fizikailag és matematikailag pontos válaszokat várunk.
Ha szükséges, rajzoljon magyarázó ábrákat!

1. Matematikai összefüggés, valamint ábra segítségével definiálja egy tömegpontra ható erő O pontra vonatkoztatott forgatónyomatékát! (1) Centrális erőterben mozgó tömegpont esetén hogyan alakul a forgatónyomaték? (0,5) Milyen megmaradási tételt mondhatunk ki a tömegpont mozgására ebben az esetben? (0,5) Írja le egy mondatban Kepler azon törvényét, mely a fenti megmaradási törvénnyel ekvivalens állítást fogalmaz meg! (1)



$$\underline{\underline{\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}}}$$

• Centrális erőterben: $\vec{F} \parallel \vec{r} \Rightarrow \underline{\underline{\vec{M} = 0}}$

• Centrális erőterben mozgó tömegpont erőcentrumra vonatkoztatott impulzusmomentuma állandó!

- Kepler II. törvénye: A naphoz a bolygóhoz húzott sugár egyenlő időközök alatt egyenlő területet méri.

2. Matematikai összefüggés segítségével definiálja a tehetetlenségi nyomaték fogalmát, és nevezze meg az összefüggésben szereplő mennyiségeket! (1) Írja fel matematikai formában a Steiner-tételt, nevezze meg a benne szereplő fizikai mennyiségeket, (1) és fogalmazza meg, milyen feltételekkel, mire használható a tétel! (1)

$$\Theta = \sum_i m_i r_i^2$$

m_i : merev test i -edik tömegpontjának tömege

r_i : tömegpont távolsága a forgástengelytől

- Ha ismerjük egy merev test tömegközéppontján átmenő tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatékát, a Steiner-tételt segítségével meghatározhatjuk egy másik, eredeti tengelyhez párhuzamos tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatékát.

• Steiner-tétel: $\Theta' = \Theta_{TKP} + m d^2$

Θ_{TKP} : tömegközépponton átmenő tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomaték

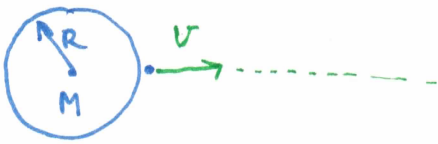
Θ' : visszárt tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomaték

d : a két párhuzamos tengely távolsága

m : a test tömege

3. Definiálja egy mondatban a szökési sebesség fogalmát! (1) Milyen fizikai törvény segítségével határozható meg a szökési sebesség egy adott bolygón? (0,5) Írja fel a törvényt konkrétan, és határozza meg egy R sugarú, M tömegű bolygó felszínén a szökési sebességet! (1,5)

- Szökési sebesség: Ha egy adott bolygó felszínén egy testet a bolygón értelmezett növekvő sebességre gyorsítunk fel, a test képes a bolygótól végtelen távolságra eljutni.
- Mechanikai energia megmaradás törvénye:



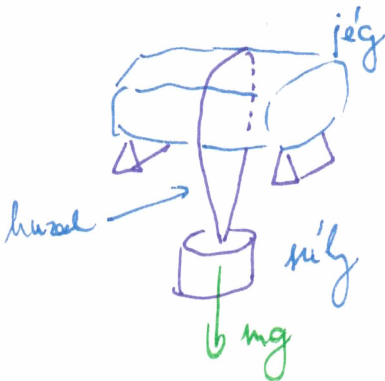
$$E_{kin} + E_{pot} = E'_{kin} + E'_{pot}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 - \gamma \frac{mM}{R} = 0 + 0$$

$$v = \sqrt{\frac{2\gamma M}{R}}$$

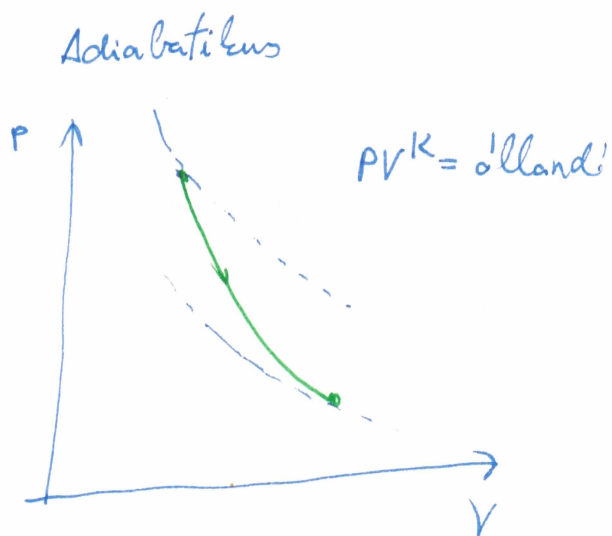
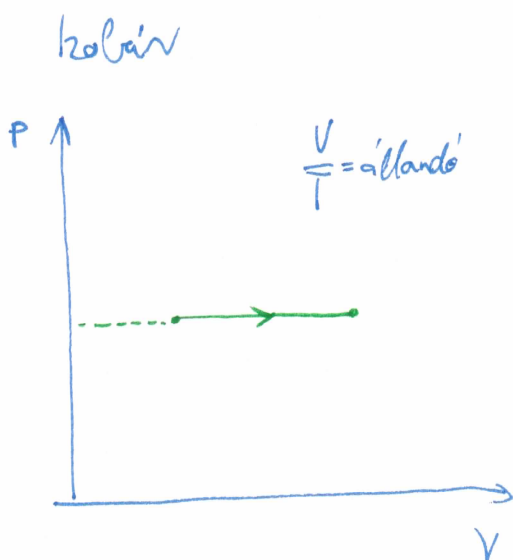
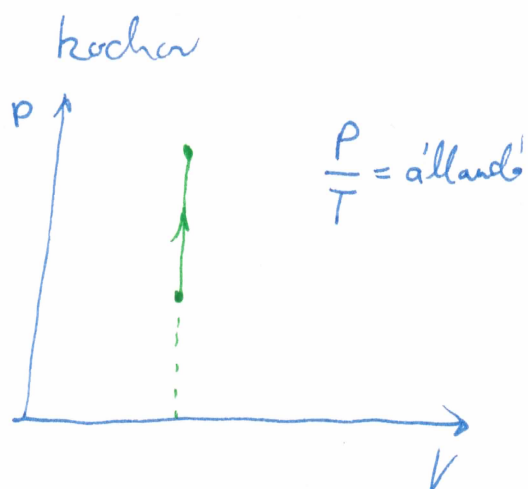
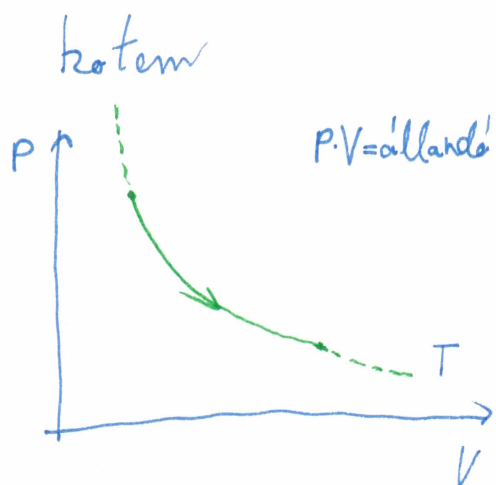
4. Hogyan változik a vízjég olvadáspontja, ha növeljük a nyomást? (1) Hogyan szemléltethető a jelenség jégtömb és acélhuzal segítségével? Készítsen vázlatos rajzot a kísérletről, nevezze meg a részeit! (0,5) Mit tapasztalunk a kísérlet során? (0,5) Értelmezze a kísérlet eredményét a víz olvadáspontjának nyomásfüggésén keresztül! (1)

- A jég olvadáspontja csökken, ha növeljük a nyomást.



- A huzal átvágja a jéget, anélkül, hogy a jég kettétörne.
- A huzal nyomást fejt ki a jégre, a jég olvadáspontja csökken.
- A huzal alatt megolvad a jég
- A víz kifolyik a huzal alól, a ráható nyomás csökken
- A víz újból visszafagy a huzal felett, a huzal behatol a jégtömbbe

5. A p-V síkon ábrázolja az izoterm, izochor, izobár és adiabatikus folyamatokat. (2) Adja meg az állapotváltozók közt fennálló összefüggéseket a megadott folyamatok esetén! (1)



Kiegészítendő mondatok

Egészítse ki az alábbi hiányos mondatokat úgy a megfelelő szavakkal, szókapcsolatokkal, matematikai kifejezésekkel (skalár-vektor megkülönböztetés), hogy azok a Fizika I tantárgy színvonalának megfelelő, fizikailag helyes állításokat fogalmazzanak meg!

1. A testek mozgásállapot változtató hatás ellenében tanúsított ellenállását a *tömeg* nevű fizikai mennyiséggel jellemezzük.
2. Rugalmas ütközés előtt a testek mechanikai energiáinak összege mindig *ugyanannyira* mint ütközés után.
3. Az olyan *vonatköztávi rendszerek* ahol igaz a tehetetlenség törvénye, inerciarendszereknek nevezzük.
4. Egyenletes körmozgás esetén a sebességvektor *nagyága* nem változik.
5. Tömegpontrendszer *impulzusa* megmarad, ha a tömegpontrendszerre ható külső erők eredője nulla.
6. Az impulzusmomentum-tétel matematikai alakja a következő:
..... $\vec{M} = \vec{N}$ $\vec{M} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$, ahol $\vec{M}$ pontrendszerre ható külső erők forgatónyomatéka, $\vec{N}$ pedig a pontrendszer impulzusmomentuma.
7. Kepler I. törvénye értelmében a bolygók *ellipszispályán keringnek, egyik fókuspontban a nap áll.*
8. Egy fizikai inga tömegközéppontja igen közel esik a felfüggesztési tengelyhez. Ebben az esetben az inga lengésideje igen *nagy*
9. A munkatétel értelmében a testre ható erők munkája egyenlő a test *kinetikus energiájának megváltozásával.*
10. A pörgettyűk impulzusmomentum-vektorának külső erők hatására bekövetkező irányváltozását *precessió* nevezzük.
11. *longitudinális* hullámokban a közeg rezgéseinek kitérése párhuzamos a hullám terjedési irányával.
12. *kolbív* folyamatokban a gáz térfogata egyenesen arányos a hőmérséklettel.
13. Az *ekvipartíció* tételének értelmében a gázrészecskék egyes szabadsági fokaira jutó átlagos energia egyenlő.
14. A gáz által végzett munka egy körfolyamat során egyenlő a P-V síkon ábrázolt folyamatgörbe *által határolt területtel.*
15. Az *extenzív* állapotjellemzők kölcsönhatás során összeadódnak.