FIZIKA PONTVERSENY **3. forduló** **Megoldások**

1. Nem készülhet mágnesezhető anyagból, hiszen befolyásolná az iránymutatást. A szerepe pedig az, hogy a mozgó mágnestű változó mágneses tere benne örvényáramot kelt, ami visszahatva az iránytűre, fékezi annak lengését, így hamarabb áll be a végső irányba. *(4 pont)*

2. A hópehelyben és a jégdarabban nagyon eltérő a tömeg/felület arány. A nagyobb felület miatt (a közegellenállás révén) a hópelyhek jóval lassabban esnek, így kis tömegük folytán hamar elolvadnak, még jóval a földet érés előtt. (A hó *képződése* a felhőkben nyáron sem kizárt.) A jégdarabok gyorsabban esve és nagyobb tömegük révén „átvészelik” az elolvadást. *(4 pont)*

3. Minden más fogyasztót kikapcsolva kell égetni az izzót és figyelni a villanyórát. A fogyasztás (kWh) és az (órában mért) eltelt idő hányadosa megadja a teljesítményt (kW-ban), a teljesítmény és a (230 V-os) feszültség hányadosa pedig az átfolyó áramot (kiloamperben). *(4 pont)*

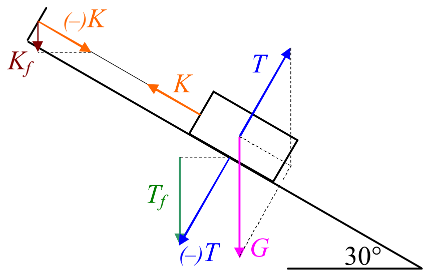
4. Egyrészt a kezdősebességét növeli vele, hiszen a kar előre lendítésével nagyobb erővel tudja „hátra rúgni” a Földet. (Ha mérlegen állva felfelé lendítjük a karunkat, a mérleg is nagyobb súlyt mutat.) Másrészt előbbre kerül a súlypont – leérkezéskor meg hátralendíti a karját, ekkor hátrébb –, így a sportoló lába elrugaszkodástól földet érésig (nagyjából ezt a távolságot mérik le!) nagyobb utat tesz meg, mint a súlypontja (aminek útját az elrugaszkodás sebessége és szöge meghatározza). Ugrás közben a láb előre lendítését ellensúlyozandó amúgy is hátra kell lendítenie a karját (különben a perdületmegmaradás miatt a hátára esne), ezért is elöl tartott karral kell induljon. Végezetül pedig az egyensúly megtartásában is szerepe van a kar mozgatásának. *(4 pont)*

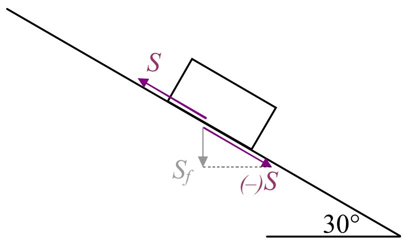
5. Az első esetben lefelé a parthoz viszonyított sebesség 4, felfelé 1 m/s, az oda-vissza út ideje: $t_1 = \frac{d}{4\frac{\text{m}}{\text{s}}} + \frac{d}{1\frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{5d}{4\frac{\text{m}}{\text{s}}}$ (ahol d a folyó szélessége). Második esetben ahhoz, hogy a partra merőlegesen haladjon, bizonyos szögben a folyásiránnyal szemben kell evezzen: eredő sebessége egy 2,5 m/s átfogójú és 1,5 m/s befogójú derékszögű háromszög másik befogója lesz, azaz 2 m/s. Ezzel az oda-vissza utat $t_2 = \frac{2d}{2\frac{\text{m}}{\text{s}}}$ idő alatt teszi meg. Ekkor $\frac{t_1}{t_2} = \frac{5}{4}$. *(6 pont)*

6. A lecsúszás határán az x hosszú darabra ható nehézségi erő tart egyensúlyt az $\ell - x$ hosszú darabra ható súrlódási erővel. A fonal egyenletes keresztmetszetű, így tömege a hosszával arányos, ezért az egyenlet: $xg = \mu(\ell - x)g$, amiből $x = \frac{\ell}{6}$. Ha a helyzeti energia 0-szintjét az asztallapon vesszük fel, a lelógó darab kezdeti helyzeti energiája negatív: $-\frac{\ell}{6} \cdot g \cdot \frac{\ell}{12}$ (a lelógó darab súlypontja a saját felében van). A lecsúszás végén az egész fonalnak negatív a helyzeti energiája: $-\ell \cdot g \cdot \frac{\ell}{2}$, van neki $\frac{1}{2}\ell v^2$ mozgási energiája, s végül a súrlódás leküzdésére fordítódott $F_s \cdot s$ munka. Az F_s súrlódási erő $\mu\frac{5}{6}\ell g$-ről egyenletesen 0-ra csökkent, az átlagát kell venni, ami $\mu\frac{5}{12}\ell g$, az s út pedig $\ell - x = \frac{5}{6}\ell$. Ekkor a kezdeti és végső energiák egyenlősége: $-\frac{\ell}{6} \cdot g \cdot \frac{\ell}{12} = -\ell \cdot g \cdot \frac{\ell}{2} + \frac{1}{2}\ell v^2 + \mu\frac{5}{12}\ell g \cdot \frac{5}{6}\ell$. Ebből $v = \sqrt{\frac{5}{6}\ell g}$. *(6 pont)*

7. (Mint az a geometriából közismert, az ilyen lejtő h magasságára, b alapjára és ℓ hosszára fennáll: $h{:}b{:}\ell = 1{:}\sqrt{3}{:}2$ – illetve, ha már tanultunk szögfüggvényeket: $\sin 30° = \frac{1}{2}$ és $\cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2}$.) Hogyan jut el a vastégla teljes súlya a mérlegig? („Súly: az az erő, ami az alátámasztást nyomja…” – ismerős, ugye?) A téglára három erő hat: a G nehézségi erő, a lejtő T tartóereje és a K kötélerő. E két utóbbi ellenereje hat a lejtőre, és ezek függőleges komponensei közvetítik a tégla súlyát a mérleghez. A különböző erő-háromszögekből felírhatjuk: $T = \frac{b}{\ell}G = G\cdot\cos\alpha$ és $K = \frac{h}{\ell}G = G\cdot\sin\alpha$. A függőleges komponensek pedig: $T_f = \frac{b}{\ell}T = \frac{b^2}{\ell^2}G = G\cdot\cos^2\alpha$ (mivel az erő-háromszögek is mind 30°-os derékszögűek, így ez $\frac{3}{4}G$) és $K_f = \frac{h}{\ell}K = \frac{h^2}{\ell^2}G = G\cdot\sin^2\alpha$ (ez $\frac{1}{4}G$), amik összege épp G, a tégla súlya (általános esetben a Pitagorasz-tétel miatt, mert $h^2+b^2 = \ell^2$, avagy mert $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$ – most konkrétan, mert $\frac{3}{4}+\frac{1}{4} = 1$). Ha a kötelet elvágva, a tégla súrlódás nélkül csúszik le a lejtőn, akkor K_f-fel, $\frac{h^2}{\ell^2}G$-vel ($G\cdot\sin^2\alpha$-val, most $\frac{1}{4}G$-vel) kevesebbet mutat a mérleg (azaz most 4,75 kg-ot). Ha van súrlódás, a súrlódási erő $S = \mu T = \mu\frac{b}{\ell}G = \mu\cdot\cos\alpha\cdot G$, és az ő ellenerejének függőleges komponense még nyomja a lejtőt és így a mérleget: $S_f = \frac{h}{\ell}S = \frac{\mu h b}{\ell^2}G = \mu\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha\cdot G$, (így most a mérleg 4,8366 kg-ot mutat).

(8 pont)





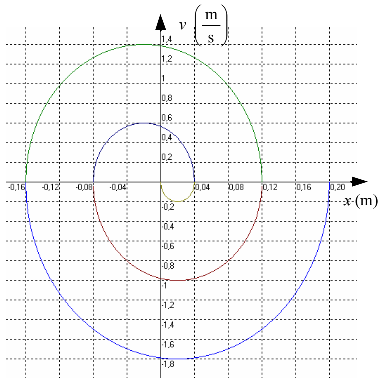
8. A kezdeti $\frac{1}{2}DA_0^2$ rugalmas energia a mozgás során az épp aktuális rugalmas és mozgási energia és az addig disszipált súrlódási munka összege: $\frac{1}{2}Dx^2+\frac{1}{2}mv^2+F_s s$. A súrlódási erő μmg (most számszerűen $0{,}2\cdot 0{,}2\ \mathrm{kg}\cdot 10\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 0{,}4\ \mathrm{N}$), a megtett út pedig (legalábbis az első félperiódusban) $A_0 - x$. Ezeket beírva, az energiákat egyenlővé téve, a sebességet kifejezve: $v = \pm\sqrt{\frac{D}{m}\left(A_0^2 - x^2\right) - 2\mu g\left(A_0 - x\right)}$. Figyelembe vége, hogy a pozitív kezdő kitérésből visszafelé, tehát negatív sebességgel indul a test, az első félperiódusban (csak számértékben, a – csupa SI – mértékegységeket elhagyva) $v_1 = -\sqrt{3{,}2 + 4x - 100x^2}$. A súrlódás miatt azonban a túloldalon a szélső helyzet, a maximális kitérés nem –0,2 [m] lesz, hanem (a $v_1 = 0$ egyenletből) $A_1 =$ $= -0{,}16$ [m]. (A másodfokú egyenlet másik gyöke 0,2 [m], ami az A_0. A maximális sebesség[nagyság] –1,8 [m/s], $x = 0{,}02$ [m] esetén.)

A második félperiódusban $\frac{1}{2}DA_1^2$ a kezdeti energia, ebből lesz megint $\frac{1}{2}Dx^2+\frac{1}{2}mv^2+F_s s$. Most a megtett út $x–A_1$, rendezés után $v=\pm\sqrt{\frac{D}{m}\left(A_1^2-x^2\right)-2\mu g\left(x-A_1\right)}$. Most pozitív sebességgel halad a test, számszerűen $\underline{\underline{v_2=\sqrt{1{,}92-4x-100x^2}}}$. A túloldalon elért maximális kitérés (ismét a $v_2 = 0$ egyenletből) $A_2 = 0{,}12$ ($v_{max} = 1{,}4$; $x = –0{,}02$ esetén).

A harmadik félperiódusban $\frac{1}{2}DA_2^2=\frac{1}{2}Dx^2+\frac{1}{2}mv^2+F_s s$, ahol $s = A_2–x$. Rendezve: $v=\pm\sqrt{\frac{D}{m}\left(A_2^2-x^2\right)-2\mu g\left(A_2-x\right)}$, mivel negatív irányú lesz a sebesség, számszerűen: $\underline{\underline{v_3=-\sqrt{0{,}96+4x-100x^2}}}$. A túloldali maximális kitérés $A_3 = –0{,}08$ ($v_{max} = –1$; $x = 0{,}02$ esetén).

A negyedik félperiódusban $\frac{1}{2}DA_3^2=\frac{1}{2}Dx^2+\frac{1}{2}mv^2+F_s s$, ahol $s = x–A_3$. Rendezve: $v=\pm\sqrt{\frac{D}{m}\left(A_3^2-x^2\right)-2\mu g\left(x-A_3\right)}$, most pozitív irányú lesz a sebesség, számszerűen: $\underline{\underline{v_4=\sqrt{0{,}32-4x-100x^2}}}$. A túloldali maximális kitérés $A_4 = 0{,}04$ ($v_{max} = 0{,}6$; $x = –0{,}02$ esetén).

Az ötödik félperiódusban $\frac{1}{2}DA_4^2=\frac{1}{2}Dx^2+\frac{1}{2}mv^2+F_s s$, ahol $s = A_4–x$. Rendezve: $v=\pm\sqrt{\frac{D}{m}\left(A_4^2-x^2\right)-2\mu g\left(A_4-x\right)}$, ismét negatív irányú lesz a sebesség, számszerűen: $\underline{\underline{v_5=-\sqrt{4x-100x^2}}}$. A „túloldali” maximális kitérés $A_5 = 0$ m, azaz a test (a rugó nyújtatlan állapotban, az eredeti egyensúlyi állapotban) megáll, a mozgás itt véget ér ($v_{max} = –0{,}2$; $x = 0{,}02$ esetén). (A jobb áttekinthetőség kedvéért az félperiódusok függvényeit – fél ellipsziseket – eltérő színnel ábrázoltam.) *(10 pont)*



EREDMÉNYEK

	példa		1	2	3	4	5	6	7	8	Σ	próba	teljes
	pont		4	4	4	4	6	6	8	10	46		pont
1	Kozák András	10.C	0	4	4	2	6	6	8	9	39	8	5
2	Herczeg Donát	12.Amf	0	4	4	2	6	6	7	5	34	8	4
3	Gyűrűs Boldizsár	12.Amf	2	2	4	1	6	4	7	6	32	8	2
4	Németh Csaba	11.Amf	2	1	–	1	6	4	5	4	23	7	1
5	Keltai Dóra	11.Amf	2	3	4	1	6	3	0	1	20	8	2
6	Vass Bence	10.Bbi	0	3	0	1	3	5	6	1	19	8	0
7	Zeke Norbert	11.Amf	2	1	–	2	6	–	–	–	11	4	1
8	Kovács Balázs	9.Amf	–	–	–	3	–	–	–	–	3	1	0
	próba		7	7	5	8	7	6	6	6	52	52	
	teljes pontszám		0	2	4	0	6	2	1	0	15		15
	átlag pontszám		1,0	2,3	2,0	1,6	4,9	3,5	4,1	3,3	22,6	6,5	1,9

Összesítés 3 forduló után			126
1	Kozák András	10.C	112
2	Gyűrűs Boldizsár	12.Amf	103
3	Herczeg Donát	12.Amf	97
4	Németh Csaba	11.Amf	85
5	Keltai Dóra	11.Amf	75
6	Vass Bence	10.Bbi	64
7	Schrott Márton	11.Amf	36
7	Zeke Norbert	11.Amf	36
9	Mátyás Dávid	12.Amf	25
10	Rimai Dániel	12.Amf	23
11	Boros Máté	11.Amf	21
12	Ocskó Luca	11.Amf	19
13	Császár András	12.Amf	17
14	Conrád Márk	11.Amf	16
15	Osvárt Bence	11.Amf	14
16	Solymosi Réka	11.Amf	9
17	Gál Péter	11.Amf	7
18	Roskó Kristóf	11.Amf	6
19	Kovács Balázs	9.Amf	3

Sok félreértés, felületesség tükröződik a megoldásokban. Az elsőben többen direkt mágnesezhető anyagra gondolnak – no, az jól meghamisítaná az iránytű állását. Mások csak a doboz, a tartó szilárdságát biztosító funkcióra gondolnak – akkor akár lehetne műanyagból is. A „fékező” hatásra senki nem gondolt. A következő kettő tűrhetően megy, a távolugrónál sokan megelégednek egyetlen szemponttal. (Általában se tessék ezt tenni.) Ebben a négy feladatban a szorosan vett, papírízű tananyagon kívüli, gyakorlati meggondolások is szükségesek voltak – ez másfajta kihívás, mint a szokásos. Az ötödik példában a partra merőleges haladáshoz nem a partra merőlegesen kell evezni. A hatodikban az elmozdulások, átlagerők többeket becsapnak – tessék energiákkal számolni, annál egyszerűbb sosincs. A hetedik többnyire jól sikerült. A nyolcadikban viszont csak egyetlen ember írja fel a konkrét hozzárendelési szabályokat, pedig éppen ez a kérdés, a feladat. (A görbéket többen is többé-kevésbé jól felvázolják.)

Tán az év vége, a karácsony közelsége, a csonka hét tehet róla – de mindenesetre kevés a beadvány, egyre kevesebb. (A résztvevők száma szig. mon. csökken.) Igaz, van egy új igyekvenc (Balázs, bár csak egyetlen példával), hurrá – de sok régi viszont eltűnt. Izgalmas az élbolyban zajló küzdelem – „nagyok”, vigyázat, az András nagyon kemény! (Idén Tatán, az Övegesen megnyerte a fizika és az összetett egyénit…)

Új év, új lendület – a következő fordulóban tessék belehúzni! Addig is KeKÜ és BÚÉK!

Siposs András