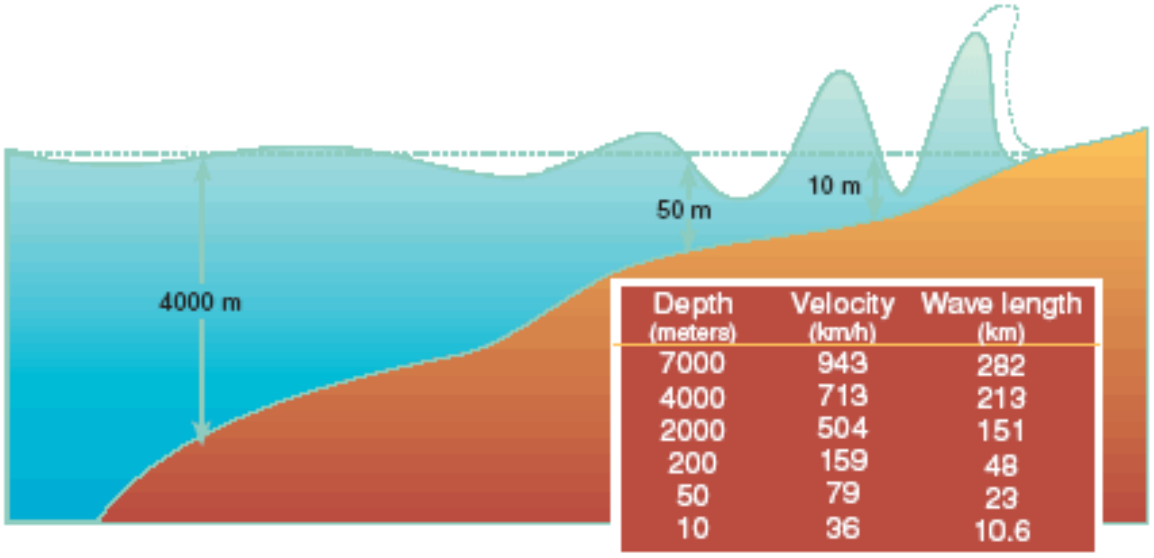
Fizika feladatok:

F.1. Cunami



A cunami hullám formájának változása, ahogy a sekélyebb víz felé mozog (NOAA)
(https://www.windows2universe.org/?page=/earth/tsunami1.html)

Az ábra, táblázat a cunami egyes jellemzőit tartalmazza. Ezek alapján:
a, Mekkora időközönként érik a partot a hullámhegyek?
b, Mekkora a cunami sebessége 800 m, illetve 40 m mély vízben?

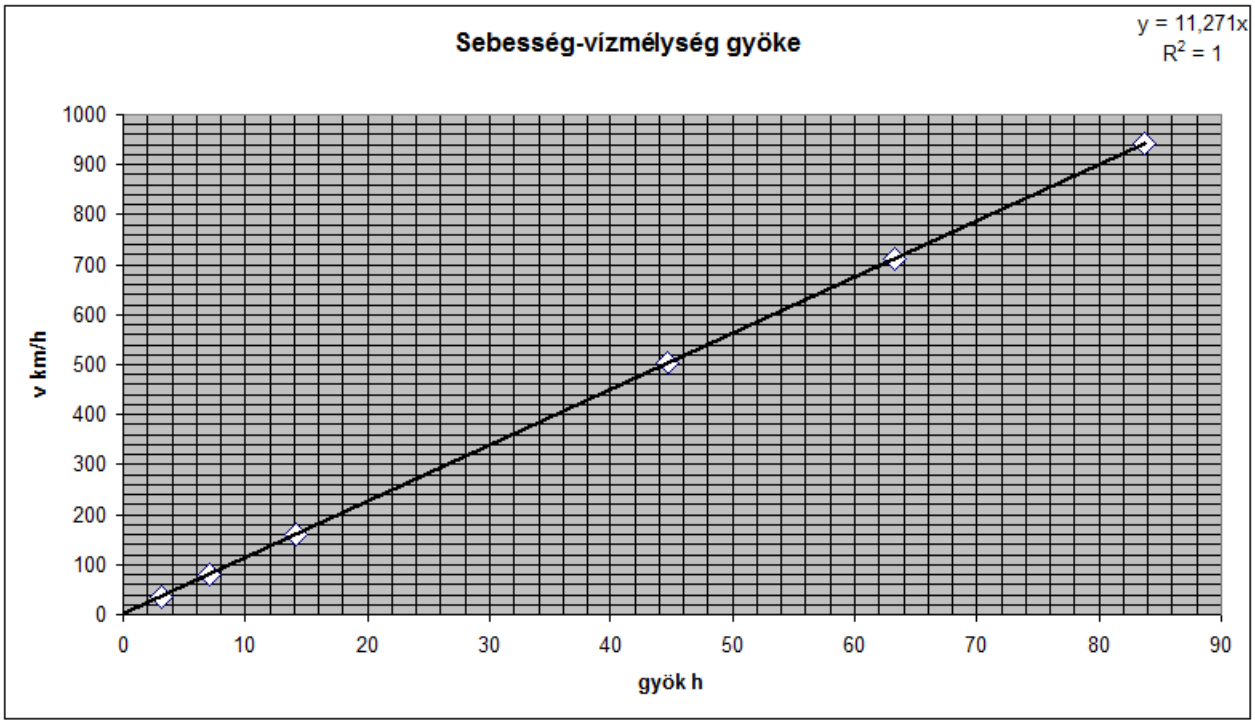
Megoldás

a, A sebességből és a hullámhosszból számított periódusidőket $\left(T = \frac{\lambda}{c}\right)$ a táblázat tartalmazza:

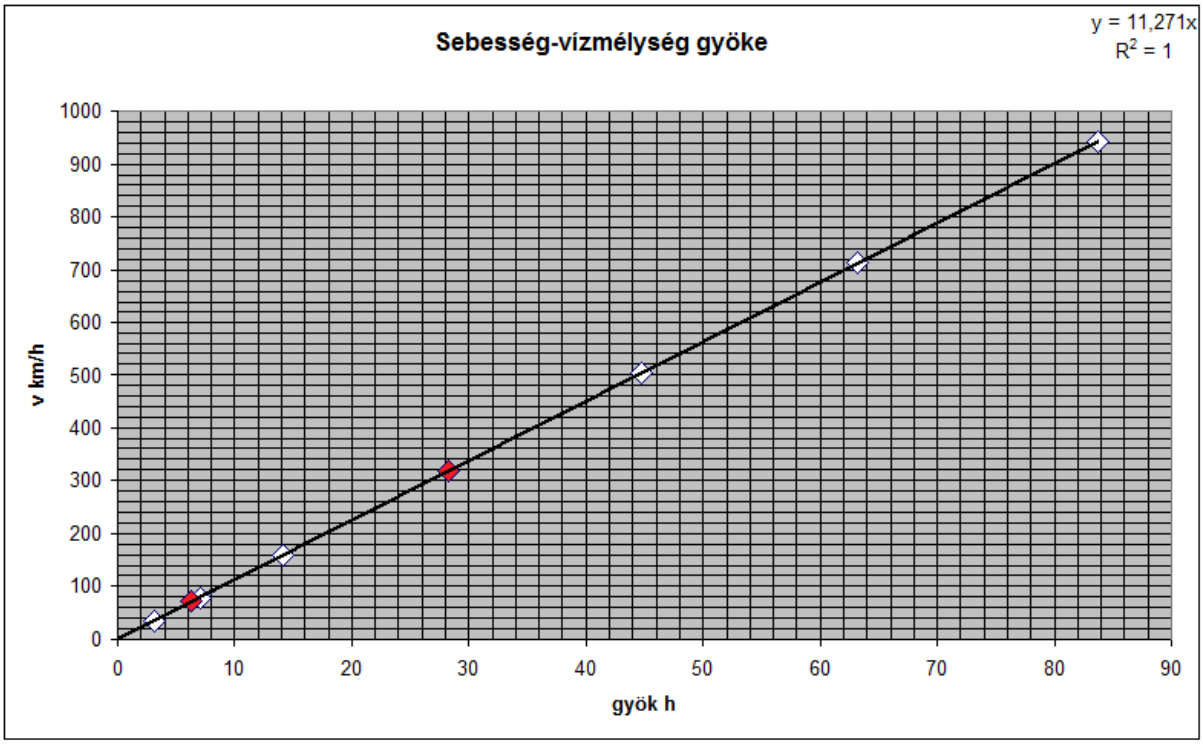
h(m)	v(km/h)	lambda(km)	T (h)
7000	943	282	0,299
4000	713	213	0,299
2000	504	151	0,300
200	159	48	0,302
50	79	23	0,291
10	36	10,6	0,294

A periódusidő láthatóan konstans. A periódusidő 0,297 óra, azaz 17,85 perc vagy 1071 s.

b, Ha ábrázoljuk a sebességet a tengermélység függvényében négyzetgyökös függés mutatkozik, ezért a sebességet ábrázoljuk a mélység gyökének függvényében is. Így jó közelítéssel egyenes arányosság mutatkozik.



A függés a grafikon alapján: $v = 11{,}27 \cdot \sqrt{h}$, ahol a sebesség km/h-ban a mélyég gyöke $\sqrt{m}$-ben van. Ez alapján a keresett sebességek: 800 m mélység esetén 318,76 km/h, illetve 40 m mélység esetén 71,28 km/h.



A grafikon alapján is leolvasható a két keresett sebesség.

Az is egy lehetőség, ha úgy veszi észre, hogy $\frac{\lambda v}{d} = 38$.

10	10

F.2. Egy légkör nélküli, Földtömegű bolygóra milyen magasról esik az a kisméretű szilárd test, amely ennek következtében megolvad? Számoljunk úgy, mintha az eséskor felszabaduló összes energia erre fordítódna! A kisméretű test lehetséges adatait a mellékelt táblázat tartalmazza. Mennyi lenne ez a magasság, ha a bolygó sugara a Földének csak 80 százaléka lenne változatlan sűrűség mellett? A test kezdeti hőmérséklete 2,7 K.

Anyag	Fajhő (J/(kg°C))	Olvadáspont (°C)	Olvadáshő (kJ/kg)
Alumínium	913	660	361
Arany	130	1063	65
Ezüst	238	961	104
Ólom	130	327	24
Ón	209	232	59
Réz	385	1083	204
Vas	453	1536	272
Jég	4200	0	333

Megoldás:
Elsőként számoljunk nem túl nagy magasságot feltételezve. Ebből megállapíthatjuk, hogy kell e pontosítani.

$$m \cdot g \cdot h = L_0 m + c \cdot m \cdot \Delta t$$

Ebből a magasság:

$$h = \frac{L_0 m + c \cdot m \cdot \Delta t}{m \cdot g} = \frac{L_0 + c \cdot \Delta t}{g}$$

Anyag	Fajhő (J/(kg°C))	Olvadáspont (°C)	Olvadáshő (kJ/kg)	Q/m=L+cΔT	h(km)	h'(km)	hiba
Alumínium	913	660	361	1210090	123,35	125,8	2,4
Arany	130	1063	65	238290	24,29	24,4	0,1
Ezüst	238	961	104	396978	40,47	40,7	0,3
Ólom	130	327	24	101610	10,36	10,4	0,0
Ón	209	232	59	163918	16,71	16,8	0,0
Réz	385	1083	204	724905	73,89	74,8	0,9
Vas	453	1536	272	1090118	111,12	113,1	2,0
Jég	4200	0	333	1467000	149,54	153,1	3,6

A legnagyobb magasság mintegy 150 km, ez jóval kisebb, mint a Föld 6370 km-es sugara, vagyis lehet nem távolságfüggő g-vel számolni.

Ha a sugár 80%, akkor a $g = f\frac{M}{R^2}$ összefüggésalapján $g' = f\frac{0{,}8^3 \cdot M}{0{,}8^2 \cdot R^2} = 0{,}8 \cdot g$. Így a magasságok 25%-kal megnőnek.

(Hogy mennyit tévedtünk így az a pontos számolás alapján állapíthatjuk meg. A pontosabb számolás: $-f\frac{Mm}{r+h} + f\frac{Mm}{r} = L_0 m + c \cdot m \cdot \Delta t$

Ebből a magasság: $h = \frac{-fM}{L_0 + c \cdot \Delta t - \frac{fM}{R}} - R = \frac{-g \cdot R^2}{L_0 + c \cdot \Delta t - gR} - R$

A hiba jégnél a legnagyobb, ott 3,6 km, ezt az alumínium követi 2,4 km-rel, de még réznél is közel egy kilométer,)

F.3. Széndioxid a légkörben

A levegő huszonegy térfogatszázaléka oxigén. Ha az oxigén tartalom tizenöt százalékra csökken, már nem alkalmas légzésre, míg a gyertya tíz százalék oxigéntartalom felett még ég. Mekkora a levegőt alkotó részecskék (molekulák) átlagos tömege atomi tömegegységben:

a, eredeti légköri összetételű levegő esetén

b, légzési küszöb összetételnél

c, égési küszöb összetétel esetén?

Az eddigi esetekben a levegő többi részét az egyszerűség kedvéért vegyük nitrogénnek.

d, Ha a légköri levegő oxigénjéből keletkező széndioxidot is figyelembe vesszük, mekkora a részecskék átlagos tömege?

Megoldás:

A térfogat-százalékos összetétel egyben a részecske-százalékos összetétel is, hiszen az állapotegyenlet szerint: $pV = NkT$, vagyis adott nyomáson és hőmérsékleten a térfogat és a részecskeszám egyenesen arányos.

A részecskék átlagos tömegét a következő összefüggésből kapjuk.

$$M_{átlag} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_i \cdot M_i}{\sum_{i=1}^{n} N_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i \cdot N \cdot M_i}{\sum_{i=1}^{n} q_i \cdot N} = \sum_{i=1}^{n} q_i \cdot M_i$$

ahol, N_i az i-dik részecske mennyisége (db), q_i az i-dik részecske aránya. $\sum_{i=1}^{n} q_i = 1$

Ezek alapján az átlagos részecsketömeg:

a, $M_{átlag} = \sum_{i=1}^{n} q_i \cdot M_i = 0{,}21 \cdot 32 + 0{,}79 \cdot 28 = 28{,}84$ (ATE)

b, $M_{átlag} = \sum_{i=1}^{n} q_i \cdot M_i = 0{,}15 \cdot 32 + 0{,}85 \cdot 28 = 28{,}6$ (ATE)

c, $M_{átlag} = \sum_{i=1}^{n} q_i \cdot M_i = 0{,}1 \cdot 32 + 0{,}9 \cdot 28 = 28{,}4$ (ATE)

d, Változás csak a b, vagy a c, esetben volt, ezeket lehet számolni.

Pl. a c, esetben

$$M_{átlag} = \sum_{i=1}^{n} q_i \cdot M_i = 0{,}1 \cdot 32 + 0{,}11 \cdot 44 + 0{,}79 \cdot 28 = 30{,}16 \text{ (ATE)}$$

Itt 32, 28, illetve 44 rendre az oxigén, a nitrogén, illetve a széndioxid molekula tömege atomi tömegegységben.

F.4. A Föld hőmérséklete

A Bárdarbunga vulkán kitörése Izlandon 2014. szeptember 14-én
https://www.flickr.com/photos/41812768@N07/15146259395/)

Angliában jelenleg a napi középhőmérséklet júliusban 15°C. Amikor 536-ban Izlandon kitört egy vulkán, Európa, Közel Kelet, Ázsia egyes részein 18 hónap „sötétség” következett. A Nap csak világított, de nem melegített, a júliusi középhőmérséklet 2,5°C-ra csökkent. Ennek következtében nehéz éveket, (536-640) éhínséget és járványokat élt át az emberiség.

a, Mekkora lenne a tökéletes feketetestnek gondolt Föld hőmérséklete, ha csak a Nap melegítené?

b, Mekkora lenne ebben a modellben a napállandónak a Föld által hasznosítható értéke, ha ugyanakkora hőmérsékletcsökkenést feltételezünk, mint amekkora 536-ban volt, amikor a porfelhő lecsökkentette a Naptól érkező energiát?

(Science: https://www.sciencemag.org/news/2018/11/why-536-was-worst-year-be-alive)

A napállandó jelenlegi értéke $1361\ \mathrm{W/m^2}$. *A további szükséges adatokat vedd a függvénytáblázatból!*

Megoldás:

a,

A Nap a Föld egyik felét világítja meg. A felvett energia:

$$Q_{fel} = N_{Nap} A_k t = N_{Nap} \pi R^2 t \quad (A_k = 1{,}27 \cdot 10^{14}\,\mathrm{m^2} = 1{,}27 \cdot 10^{8}\,\mathrm{km^2})$$

A Föld minden felé sugároz. A leadott energia:

$$Q_{le} = A\sigma T^4 t = 4\pi R^2 \sigma T^4 t$$

$$N_{Nap} \pi R^2 t = 4\pi R^2 \sigma T^4 t \Rightarrow T = \sqrt[4]{\frac{N_{Nap}}{4\sigma}} = 278{,}3\ \mathrm{K} = 5{,}3°\mathrm{C}$$

itt $\sigma = 5{,}672 \cdot 10^{-8}\,\mathrm{W/(m^2K^4)}$

(5 pont)

b,

Ha a napállandó csökkenése miatt a hőmérséklet lecsökken:

$$N_{Nap} \pi R^2 t = 4\pi R^2 \sigma T^4 t \Rightarrow N_{Nap} = 4\sigma T^4 = 1307\ \mathrm{W/m^2}$$

5 pont

	10	
Összes pontszám:	40	