## 2023. gada Latvijas atklātā fizikas olimpiāde

**9.-10. klases komplekts.**

**3. uzdevums.**

“**Akmens ledū**” Ledus gabalā ar masu 20 kg, kurš dreifē okeānā, ir iesalis akmens ar masu 1 kg. Ledus gabals no dažādiem enerģijas avotiem katru sekundi saņem 10 J lielu enerģiju. Pēc cik ilga laika tas sāks grimt?

Ledus īpatnējais kušanas siltums ir 244 kJ/kg, tā blīvums ir 0,925 g/cm³, jūras ūdens blīvums ir 1,024 g/cm³, akmens blīvums ir 2,5 g/cm³.

«**Камень во льдах**» Во льдину массой 20 кг, дрейфущую в океане, вмёрз камень массой 1 кг. Льдина от разных источников получает ежесекундно 10 Дж энергии. Через какое время она начнёт тонуть?

Удельная теплота плавления льда 244 кДж/кг, его плотность 0,925 г/см³, плотность морской воды 1,024 г/см³, плотность камня 2,5 г/см³.

**Atrisinājums:**

Apzīmēsim ledus gabala masu ar *M* un tilpumu ar *Vl*, akmens masu ar *m* un tilpumu ar *Va*, siltuma saņemšanas jaudu (kas vienāda ar 10 W = 10 J/s) ar *P*. Ledus īpatnējo kušanas siltumu apzīmēsim ar *L*, tā blīvumu ar $ρ\_{l}$, ūdens blīvumu ar $ρ\_{ū}$, akmens blīvumu ar $ρ\_{a}$.

Akmens sāks grimt tad, kad kopējais objekta (ledus gabals un tajā iesalis akmens) blīvums kļūs vienāds ar ūdens blīvumu. Šo nosacījumu var uzrakstīt šādi:

$$\frac{m+M}{V\_{a}+V\_{l}}=ρ\_{ū},$$

kur $V\_{a}=\frac{m}{ρ\_{a}}$ un $V\_{l}=\frac{M}{ρ\_{l}}$. Jāievēro, ka *M* pakāpeniski samazinās kušanas dēļ, tātad to var pierakstīt kā $M=M\_{0}-\frac{P}{L}t$, kur $M\_{0}=20$ kg. Ievietojot *M* izteiksmi pirmajā vienādojumā un izsakot kušanas laiku, iegūstam:

$$\frac{m+M\_{0}-\frac{P}{L}t}{\frac{m}{ρ\_{a}}+\frac{M\_{0}-\frac{P}{L}t}{ρ\_{l}}}=ρ\_{ū}$$

$$-\frac{P}{L}t+\frac{ρ\_{u}}{ρ\_{l}}\frac{P}{L}t=ρ\_{ū}\left(\frac{m}{ρ\_{a}}+\frac{M\_{0}}{ρ\_{l}}\right)-M\_{0}-m$$

$$t=\frac{ρ\_{ū}\left(\frac{m}{ρ\_{a}}+\frac{M\_{0}}{ρ\_{l}}\right)-M\_{0}-m}{\frac{P}{L}\left(\frac{ρ\_{ū}}{ρ\_{l}}-1\right)}=3.53⋅10^{5} s=98 h 10 min$$