



Izhlapevanje kometa

Sončevi žarki talijo led tako na Zemlji kot v vesolju. Veliko kometov je sestavljenih iz ledu, a poleg vodnega najdemo v njih tudi amonijevega, led ogljikovega dioksida in druge. Tukaj ocenimo življensko dobo kometa iz vodnega ledu.

Začnimo z modelom izhlapevanja ledene kroglice v Zemljini atmosferi, kot so tiste v letalskih sledih. Del mase dm izhlapi po tem, ko prejme ustrezno količino toplote dQ : najprej se segreje od začetne temperature T_0 do temperature ledišča 273 K, za kar je potrebne¹ $dm \cdot c_L \cdot (273 - T_0)$ toplote, nato se stali $dm \cdot q_t$, zatem se ledena voda segreje do vrelišča $dm \cdot c_V \cdot 100$ in na koncu izpari $dm \cdot q_i$. Skupaj

$$dQ = dm \cdot [(273 - T_0) \cdot c_L + q_t + 100 \cdot c_V + q_i]$$

To toploto zagotavlja Sonce. V času dt kroglica prejme $P \cdot dt$ toplote, kjer je $P = (1 - \alpha) \cdot j \cdot S$, albedo α , solarna konstanta $j = 1350 \text{ W/m}^2$ in presek kroglice $S = \pi R^2$. Upoštevamo še

$$dm = \rho_L \cdot dV = \rho_L \cdot 4\pi R^2 \cdot dR$$

pa dobimo

$$\frac{dR}{dt} = \frac{(1 - \alpha) \cdot j}{4q} \quad (1)$$

kjer je $q = \rho_L \cdot [(273 - T_0) \cdot c_L + q_t + 100 \cdot c_V + q_i]$.

10 km nad tlemi je temperatura -50°C , iz česar sledi vrednost $q \doteq 2.84 \text{ GJ/m}^3$. Pri albedu $\alpha = 0.8$ tako kroglice pobira s konstantno hitrostjo

$$\frac{dR}{dt} = \frac{(1 - 0.8) \cdot 1350}{4 \cdot 2.84 \cdot 10^9} \doteq 23.7 \text{ } \mu\text{m/s}$$

Kroglice premera 1 μm izhlapijo v 21 sekundah, tiste premera 0.1 mm pa v 35 minutah.

Da bo model opisal tudi izhlapevanje kometa, je treba vanj vključiti spreminjajočo se razdaljo do Sonca. Položaj kometa, ki se giblje po elipsi, naj opisujeta razdalja r do Sonca v gorišču elipse, in kot ϑ , ki je v periheliju enak $\vartheta = 0$. Gostota toka pojema s kvadratom razdalje $j(r) = j_0 \cdot (r_0/r)^2$, pri čemer kot referenco vzamemo površino Sonca z $r_0 = 700\,000 \text{ km}$, kjer je $j_0 = 60 \text{ MW/m}^2$.

Enačba (1) se spremeni v

$$\frac{dR}{dt} = (1 - \alpha) \cdot \frac{j_0 \cdot r_0^2}{4q r^2}$$

¹ c_L in c_V sta specifični toploti ledu in vode, q_t in q_i sta talilna in izparilna toplota, ρ_L je gostota ledu.

Ko upoštevamo $dR/dt = dR/d\vartheta \cdot d\vartheta/dt$, sledi

$$\frac{dR}{d\vartheta} = (1 - \alpha) \cdot \frac{j_0 \cdot r_0^2}{4q (r^2 \dot{\vartheta})}$$

Ploščinska hitrost $r^2 \dot{\vartheta}$ je po 3. Keplerjevem zakonu za dani komet konstanta, zato jo označimo s H in jo izračunamo iz ploščine elipse πab in obhodnega časa t_0 . Na koncu sledi:

$$\frac{dR}{d\vartheta} = (1 - \alpha) \cdot \frac{j_0 \cdot r_0^2}{4q H} \quad (2)$$

kjer je vsakemu kometu lasten $H = \pi a^2 \sqrt{1 - e^2} / t_0$. Iz (2) je razvidno, da je zmanjševanje polmera kometa po kotu ϑ konstantno $K = dR/d\vartheta$. Če je današnji polmer R_0 , je število obhodov kometa, ki jih bo opravil preden izhlapi

$$n = \frac{\vartheta_{\max}}{2\pi} = \frac{R_0}{2\pi K} \quad (3)$$

ali v časovnih enotah $n \cdot t_0$.

	Halley	NeoWise	Hale-Bopp
a [a.e.]	17.7	300.0	177.4
e	0.96658	0.99921	0.99498
t_0 [y]	74.7	5000.0	2500.0
R_0 [m]	5500	2500	30000
$n_{\alpha=0.0}$	927	279	5904
$t_{\alpha=0.0}$	69 ky	1396 ky	14759 ky
$n_{\alpha=0.5}$	1855	559	11808
$t_{\alpha=0.5}$	139 ky	2793 ky	29519 ky
$n_{\alpha=0.8}$	4637	1396	29519
$t_{\alpha=0.8}$	346 ky	6982 ky	73797 ky

Tabela 1: Rezultati (3) za tri znane komete in tri vrednosti albeda, kjer so a velika polos trajektorije, e ekscentričnost, t_0 obhodni čas in R_0 zadnji znani (povprečni) polmer. Primer: če je (in bo) albedo kometa NeoWise $\alpha = 0.5$, potem bo izhlapel po približno 559 obratih, kar bo trajalo 2793 tisoč let.

Odstopanje napovedi od pravih vrednosti lahko pripisemo predvsem drugim vrstam ledu v kometih, saj ti za izhlapevanje oziroma sublimacijo potrebujejo manj toplote na enoto mase. Ti popravki bi čase v tabeli skrajšali, podaljšali pa bi jih kamniti deli, ki ne hlapijo.

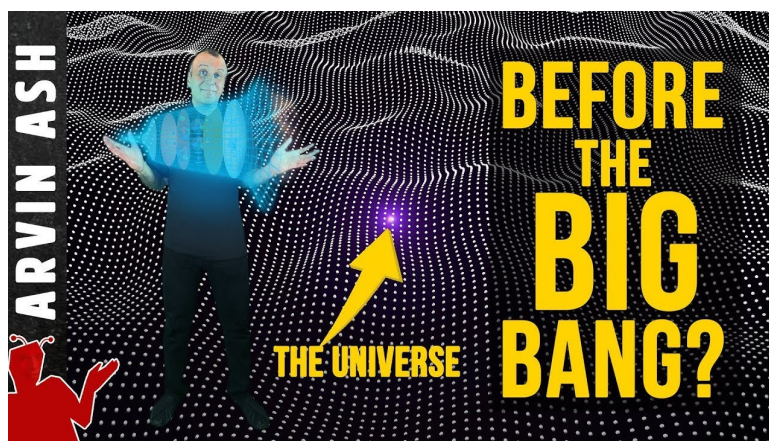
Aleš Berkopec

V A B I L O

Z mesecem februarjem smo se odločili, da preidemo na hibridno izvedbo mesečnih sestankov. Sestanki bodo tako potekali v živo na Fakulteti za matematiko in fiziko v Ljubljani, hkrati pa bomo tako kot doslej poskrbeli tudi za možnost udeležbe na daljavo.

Vabimo vas na redni mesečni sestanek Astronomskega društva Javornik, ki bo v torek 18. februarja 2025 ob 18.00 uri. Sestanek bo potekal v prostorih Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani na Jadranski cesti 19 v predavalnici F4 (prvo nadstropje). Hkrati se bo sestanka mogoče udeležiti tudi daljavo prek povezave <https://private.vid.arnes.si/rxdq-4sdw-8qh7>.

Pogledali si bomo prispevek o tem, kaj bi lahko obstajalo pred velikim pokom.



Prispevek najdete na povezavi <https://www.youtube.com/watch?v=QAuf97BhgRY>.
Vabljeni!

Bernard Ženko

Dodatne informacije o tem in preteklih predavanjih najdete na <http://www.adj.si/MesecniSestanki/>.

Efemeride februar 2025

(Efemeride si lahko ogledate tudi v reviji Življenje in tehnika.)

datum	Sonce		Luna		čas
	vzhod	zahod	vzhod	zahod	
01.02.	07:24	17:07	08:59	20:55	CET
05.02.	07:19	17:13	10:22	00:56	CET
10.02.	07:12	17:21	14:50	06:26	CET
15.02.	07:05	17:28	20:41	08:14	CET
20.02.	06:56	17:36	01:06	09:46	CET
25.02.	06:48	17:43	05:46	14:24	CET

Planeti:

- ★ **Merkur** je najlepše viden konec meseca na večernem nebu, ko v ozvezdju Rib zahaja dobro uro za Sonce.
- ★ **Venera** februarja zahaja okoli devetih zvečer, prav tako v ozvezdju Rib.
- ★ **Mars** je sprva na nebu vso noč, nato pa zahaja vse bolj zgodaj in konec meseca zaide že okoli petih. Nahaja se v ozvezdju Dvojčkov.
- ★ **Jupiter** je v ozvezdju Bika sprva viden do pol štirih zjutraj, konec meseca pa zaide okoli dveh.

- ★ **Saturn** v ozvezdju Vodnarja opazujemo zvečer, sprva do osmih, konec meseca pa le še do pol sedmih.
- ★ **Uran** je na začetku februarja na nebu do dveh, konec meseca pa v ozvezdju Ovna zaide okoli polnoči.

Urška Pajer

Napišite prispevek!

Mesečnik potrebuje prispevke. Zato pozivam vse, ki želite kaj objaviti, da mi po elektronski pošti pošljete svoj prispevek. Prispevki so lahko raznovrstni: poročilo o opazovanju, slika, risba, zanimiva astronomska novica, predstavitev domačega observatorija ali teleskopa, skratka – karkoli, kar bodo ostali člani društva z zanimanjem prebrali.

Aram Karalič

Javorniški Mesečnik izdaja Astronomsko društvo Javornik, Ljubljana / ISSN 1581-1379 / urednik Aram Karalič / izhaja v prvi polovici meseca / prejemajo ga brezplačno vsi člani Astronomskega društva Javornik / prispevke pošljite na naslov info@adj.si / **ROK ZA ODDAJO PRISPEVKOV JE 7. DAN V MESECU** / prispevkov praviloma ne lektoriramo / stavljeno v L^AT_EX_U