Astronomické algoritmy pro kalkulátory

Juliánské datum z občanského data

podrobné vysvětlení Juliánského data

Zadáváme: Y - rok,
M - měsíc,
D - den (a desetinné zlomky dne).

Počítáme: JD - juliánské datum.

1. Počítá se úplné juliánské datum pro libovolný časový okamžik. Roky před naším letopočtem se počítají astronomicky, tzn. existuje rok nula.

rok do měsíce pro leden k únor

Pro M = 1 nebo 2: y = Y - 1, m = M + 12. jen přepočet měsíců & roků
Pro M > 2: y = Y, m = M.
Jestliže je datum větší nebo rovno 15. 10. 1582 (tj. platí gregoriánský kalendář, viz též poznámka o zavedení gregoriánského kalendáře na konci této úlohy), počítáme

A = INT (y/100), ← počet století (není přestupný rok)
B = 2 - A + INT (A/4). počet 400-letí (zde je)

? tady se nějak započtou i vynechané dny při reformě

Pro datum před 15. 10. 1582 (tj. pro juliánský kalendář) veličiny A, B nepočítáme.
Juliánské datum pro období před 15. 10. 1582: 10^{-4} kvůli zaokr. chybám, když násobím 5 nebo 10

$$JD_1 = INT\ (365{,}25\ y) + INT\ (30{,}6001\ (m+1)) + D + 1\ 720\ 994{,}5.$$

Juliánské datum pro období po 15. 10. 1582: co to je? zaokrouhlovací trik s INTem! (střídají se měsíce 30 & 31) počátek nového letopočtu (přibližně!) mínus ~2 roky & pár měsíců

$$JD_2 = JD_1 + B.$$

Poznámky k výpočtu: zadáme-li datum ve tvaru YYYY.MMDDdd, nebude program fungovat pro záporné roky, neboť po oddělení YYYY operátorem INT dostaneme -MM a -DDdd. Proto vytvoříme ABS(.MMDDdd) před dalším výpočtem. Pokud je $y < 0$, nahradíme INT (365,25y) výrazem INT (365,25y - 0,75).

Literatura: /11/, s. 23 - 25.

2. Počítá se úplné juliánské datum pro roky 1801 až 2099.

$$JD = 367\ Y - INT\ ((7(Y + INT\ ((M + 9)/12)))/4) + INT\ (275\ M/9) + D + 1\ 721\ 013{,}5 - 0{,}5\ sign\ (100\ Y + M - 190\ 002{,}5) + 0{,}5.$$

Funkce sign(x) = 1 pro $x \geq 0$, sign(x) = -1 pro $x < 0$. Pro data po 28. 2. 1900 dávají poslední dva členy dohromady nulu a mohou být proto vypuštěny.

Literatura: /3/, B2.

3. Počítá se **zkrácené** juliánské datum (JD - 2 400 000) pro období mezi 1. 3. 1900 a 28. 2. 2100 (upozornění: zkrácené juliánské datum není modifikovaným juliánským datem MJD, neboť MJD = JD - 2 400 000,5).

$$JD = INT\ (365{,}25\ g) + INT\ (30{,}6001\ f) + D - 679\ 018{,}5,$$

kde pro M = 1 nebo 2: g = Y - 1; f = M + 13,
pro M > 2: g = Y; f = M + 1.

Poznámka o zavedení gregoriánského kalendáře: datum 15. 10. 1582 pro zavedení gregoriánského kalendáře platí pro Francii, Španělsko a Itálii. V Čechách a na Moravě to bylo 7./17. 1. 1584. Teprve v r. 1752 zavedli tento kalendář v Británii (včetně amerických kolonií), 1873 v Japonsku, 1912 v Číně, 1918 v sovětském Rusku, 1924 v Řecku a 1927 v Turecku.

Literatura: /7/, s. 414 - 416.

Testovací příklady: ← tuto zařadit i do Povětroní ?

D	M	Y	JD
1	1	300	1 830 632,5
1	1	1900	2 415 020,5

● **Občanské datum z juliánského data**

Zadáváme: JD - úplné juliánské datum.
Počítáme: Y - rok,
M - měsíc,
D - den (a desetinné zlomky dne).

Algoritmus vyhovuje pro kladné i záporné roky, nikoliv však pro záporná juliánská data.

$Z = INT\ (JD + 0{,}5),$
$F = FRAC\ (JD + 0{,}5).$ zde chyběly závorky (dosti závažná chyba)

Je-li $Z < 2\ 299\ 163$, pak $A = Z$.
Je-li $Z \geq 2\ 299\ 163$, pak $\alpha = INT\ ((Z - 1\ 867\ 216{,}25)/36\ 524{,}25),$
$A = Z + 1 + \alpha - INT\ (\alpha/4).$

Počítáme: $B = A + 1524,$
$C = INT((B - 122{,}1)/365{,}25),$
$X = INT(365{,}25\ C),$
$E = INT((B - X)/30{,}6001).$

Výsledky: $D = B - X - INT(30{,}6001\ E) + F,$
$M = E - 1$ pro $E \leq 13,$
$E - 13$ pro $E \geq 14,$

$$Y = C - 4716 \text{ pro } M \geq 3,$$
$$C - 4715 \text{ pro } M \leq 2.$$

Literatura: /11/, s. 26.

Testovací příklady:

JD	D	M	Y
1 500 000,0	11,5	10	-606
2 400 000,0	16,5	11	1858
2 450 000,0	~~9,5~~	~~10~~	~~1995~~

● Korekce efemeridového, resp. dynamického času

Efemeridový čas (ET), resp. terestrický dynamický čas (TDT) jsou časové škály používané jako nezávislá proměnná v dynamických teoriích a v geocentrických efemeridách těles sluneční soustavy. Do 31. 12. 1983 byl používán ET, od 1. ledna 1984 pak TDT. Obě časové škály na sebe plynule navazují.

Tabulka rozdílů ΔT = ET - UT (pro roky 1621,0 - 1983,0) a ΔT = TDT - UT (od r. 1984,0 dále):

rok	ΔT	rok	ΔT	rok	ΔT	rok	ΔT	rok	ΔT
1621	+98^s	1823,5	+3,49^s	1843,5	+2,45^s	1863,5	+2,67^s	1883,5	-9,14^s
1635	+38	1824,5	+3,27	1844,5	+0,22	1864,5	+1,94	1884,5	-8,18
1639	-13	1825,5	+2,45	1845,5	+0,37	1865,5	+1,39	1885,5	-7,88
1645	+13	1826,5	+4,03	1846,5	+2,79	1866,5	+1,66	1886,5	-7,62
1653	-10	1827,5	+1,76	1847,5	+1,20	1867,5	+0,88	1887,5	-7,17
1662	-5	1828,5	+3,30	1848,5	+3,52	1868,5	+0,33	1888,5	-8,14
1681	-13,5	1829,5	+1,00	1849,5	+1,17	1869,5	-0,17	1889,5	-7,59
1710	-12,0	1830,5	+2,42	1850,5	+2,67	1870,5	-1,88	1890,5	-7,17
1727	-7,6	1831,5	+0,94	1851,5	+3,06	1871,5	-3,43	1891,5	-7,94
1738	-2,9	1832,5	+2,31	1852,5	+2,66	1872,5	-4,05	1892,5	-8,23
1747	-0,4	1833,5	+2,27	1853,5	+2,97	1873,5	-5,77	1893,5	-7,88
1760,9	+2,1	1834,5	-0,22	1854,5	+3,28	1874,5	-7,06	1894,5	-7,68
1774,1	+6,6	1835,5	+0,03	1855,5	+3,31 •	1875,5	-7,36	1895,5	-6,94
1785,1	+8,3	1836,5	-0,05	1856,5	+3,33	1876,5	-7,67	1896,5	-6,89
1792,6	+7,4	1837,5	-0,06	1857,5	+3,23	1877,5	-7,64	1897,5	-7,11
1801,8	+5,7	1838,5	-0,57	1858,5	+3,60	1878,5	-7,93	1898,5	-5,87
1811,9	+4,7	1839,5	+0,03	1859,5	+3,52	1879,5	-7,82	1899,5	-5,04
1820,5	+5,15	1840,5	-0,47	1860,5	+4,27	1880,5	-8,35	1900,5	-3,90
1821,5	+4,64	1841,5	+0,98	1861,5	+2,68	1881,5	-7,91	1901,5	-2,87
1822,5	+5,36	1842,5	-0,86	1862,5	+2,75	1882,5	-8,03	1902,5	-0,58

rok	ΔT	rok	ΔT	rok	ΔT	rok	ΔT	rok	ΔT
1903,5	+0,71^{s}	1921,5	+21,01^{s}	1939,5	+23,80^{s}	1957,5	+31,92^{s}	1975,5	+45,98
1904,5	+1,80	1922,5	+21,81	1940,5	+24,20	1958,5	+32,45	1976,5	+47,00
1905,5	+3,08	1923,5	+21,76	1941,5	+24,99	1959,5	+32,91	1977,5	+48,03
1906,5	+4,63	1924,5	+22,35	1942,5	+24,97	1960,5	+33,39	1978,5	+49,10
1907,5	+5,86	1925,5	+22,68	1943,5	+25,72	1961,5	+33,80	1979,5	+50,10
1908,5	+7,21	1926,5	+22,94	1944,5	+26,21	1962,5	+34,23	1980,5	+50,97
1909,5	+8,58	1927,5	+22,93	1945,5	+26,37	1963,5	+34,73	1981,5	+51,81
1910,5	+10,50	1928,5	+22,69	1946,5	+26,89	1964,5	+35,40	1982,5	+52,57
1911,5	+12,10	1929,5	+22,94	1947,5	+27,68	1965,5	+36,14	1983,5	+53,4
1912,5	+12,49	1930,5	+23,20	1948,5	+28,13	1966,5	+36,99	1984,0	+53,79
1913,5	+14,41	1931,5	+23,31	1949,5	+28,94	1967,5	+37,87		
1914,5	+15,59	1932,5	+23,63	1950,5	+29,42	1968,5	+38,75	extrapolace:	
1915,5	+15,81	1933,5	+23,47	1951,5	+29,66	1969,5	+39,70	1985,0	+54,6
1916,5	+17,52	1934,5	+23,68	1952,5	+30,29	1970,5	+40,70	1986,0	+55,5
1917,5	+19,01	1935,5	+23,62	1953,5	+30,96	1971,5	+41,68	1987,0	+56,3
1918,5	+18,39	1936,5	+23,53	1954,5	+31,09	1972,5	+42,84		
1919,5	+19,55	1937,5	+23,59	1955,5	+31,59	1973,5	+43,96		
1920,5	+20,36	1938,5	+23,99	1956,5	+31,52	1974,5	+45,00		

Literatura: /19/, B5, K8 - K9.

Místní hvězdný čas

Počítá se střední hvězdný čas v Greenwichi v 0 h UT a v libovolný okamžik, a místní hvězdný čas v libovolný okamžik.

Zadáváme: JD - časový okamžik vyjádřený ve tvaru juliánského data,
λ - zeměpisná délka místa, pro něž počítáme místní hvězdný čas (počítá se kladně směrem na východ).

Počítáme: S_0 - střední hvězdný čas v Greenwichi v 0 h UT,
S - střední hvězdný čas v Greenwichi pro libovolný okamžik,
s - místní hvězdný čas.

Určíme T_3 - časový okamžik vyjádřený v juliánských stoletích od standardní epoch J2000,0:

$$T_3 = (JD_0 - 2\ 451\ 545{,}0)/36\ 525,$$

kde JD_0 je juliánské datum pro daný den v 0 h UT (tedy číslo končící na ...,5).
Vyjadřujeme-li S_0 v hodinách a zlomcích hodin, platí:

zpomalování rotace ⊕ působením slapů ☾ *

$$S_0 = 6{,}697\ 374\ 558 + 2400{,}051\ 336\ 91\ T_3 + 0{,}000\ 025\ 8622\ T_3^2 - 0{,}000\ 000\ 0017\ T_3^3$$

co to je za číslo?

(hodnotu S_0 je třeba převést do intervalu 0 - 24 hodin).

toto je ~1 den za rok, o který * času uplyne více než UT1 (díky oběhu ⊕ kolem ☉ se ⊕ 1 otočí (vzhledem ke ☉)

~~to možná~~

(naopak než kolem osy)

* mělo by to odpovídat 1,7 ms/cy

proč je zde toto? (1 hvězdný den je kratší než sluneční)

Hvězdný čas S je dán výrazem

$$S = S_0 + 1{,}002\ 737\ 9093\ t,$$

kde t je časový okamžik v UT (odvozený ze zadaného juliánského data), vyjádřený v hodinách a zlomcích hodin. Místní hvězdný čas s je roven:

$$s = S + \lambda\ .$$

Spokojíme-li se s přesností výpočtu hvězdného času asi na $\pm 1^s$, nemusíme opravovat střední hvězdný čas na zdánlivý (tzv. rovnice ekvinokcií), která je jinak nutná vzhledem k nutaci.

Literatura: /11/, s. 35 - 36, aktualizováno pro epochu J2000,0 podle /19/, B6.

Testovací příklad:

JD = 40 000,75	S_0 = 16,110 309 12 h	S = 22,126 736 57 h
~~λ = 15°~~ = 1 h	t = 6 h	s = 23,126 736 57 h = 23 h 07 min 36,2516 s

● Rovnice ekvinokcií

1. Počítá se rovnice ekvinokcií - rozdíl mezi zdánlivým a středním hvězdným časem.

Zadáváme: S_0 - střední hvězdný čas v Greenwichi v 0 h UT,
ε - sklon ekliptiky k rovníku (stačí s přesností 10"),
$\Delta\psi$ - nutace v délce.

Počítáme: S_0^* - zdánlivý hvězdný čas v Greenwichi v 0 h efemeridového, resp. dynamického času.

Platí:

$$S_0^* = S_0 + \Delta\psi\ \cos\varepsilon\ , \quad \text{resp.} \quad S_0^* = S_0 + \Delta\psi\ \cos\varepsilon/15,$$

vyjadřujeme-li $\Delta\psi$ v úhlových vteřinách a S_0 (S_0^*) v sekundách.
Poznámka: tuto korekci (tj. rovnici ekvinokcií nebo též nutaci v rektascenzi) [illegible] samozřejmě přičítat nejen k S_0, ale i k místnímu hvězdnému času s.

Literatura: /11/, s. 36.

Testovací příklad:

[illegible] 3 h, ε = 23,5°, $\Delta\psi$ = 1"
[illegible] 3 h 00 min 0,061 137 338 30 s

[illegible] Přibližný výpočet rovnice ekvinokcií (přesnost asi $\pm$ 0,2 s), který lze použít přinejmenším pro data ve druhé polovině 20. století.