



Zadania II etapu.

Zadanie II.1 – Katastrofa na orbicie.

Dwa identyczne satelity o masach $m=277$ kg (np. Starlink) poruszały się po orbitach kołowych na wysokości 340 km nad powierzchnią Ziemi. Doszło do zderzenia gdy ich trajektorie krzyżowały się pod kątem 90° . Zderzenie było całkowicie niesprężyste (tj. oba obiekty „sklejają” się w jeden).

- Czy obiekt powstały po zderzeniu pozostanie na orbicie okołoziemskiej
- Jaką wartość osiągnie energia zamieniona w wyniku zderzenia w ciepło
- Zakładając, że satelity wykonane są z glinu (aluminium) porównaj wartość wydzielonego ciepła z energią potrzebną na stopienie, odparowanie i jonizację tej masy glinu.

Dane dla glinu (Al.):

- Masa atomowa : 27 g
- Ciepła właściwe :
 - ciało stałe, ciecz : 24.4 J/mol·K
 - gaz (jednoatomowy) : 12.5 J/mol·K
- ciepło topnienia : 10 800 J/mol
- ciepło parowania : 293 400 J/mol
- energia jonizacji (1+) : 577 500 J/mol
- Temperatura topnienia Al : 660°C
- Temperatura wrzenia Al : 2519°C

Zadanie II.2 – Kolaps obłoku.

Oszacuj jaką minimalną gęstość musi mieć obłok molekularnego wodoru o temperaturze 10 K i średnicy 10 lat świetlnych by mógł się kurczyć. Wyraż średnią gęstość takiego obłoku w molekułach na metr sześcienny.

Wskazówki:

- Dla całego obłoku obowiązuje twierdzenie o wiriale, tj. moduł energii kinetycznej (termicznej) jest dwukrotnie mniejszy od modułu energii potencjalnej ($E_k = -1/2 E_p$).
- Energia potencjalna sferycznie symetrycznego obłoku o masie M i promieniu R jest wyrażona wzorem $E_p = -3/5 \cdot (GM^2/R)$.

Zadanie II.3 – Okultacja.

W grudniu 2023 roku zaobserwowano zakrycie Betelgezy przez planetoidę (319) Leona, w trakcie którego stwierdzono spadek jasności gwiazdy o $\Delta m = 2,0$ mag. Średnica tej planetoidy wynosi $D = 124$ km, a jej odległość w czasie zakrycia była równa $R = 1,8$ au.

Oszacuj promień fotosfery gwiazdy i porównaj go z danymi literaturowymi ($R = 764 \pm 100 R_{\odot}$).

Przyjmij, że zakrycie było centralne, Leona ma kształt kuli, Betelgeza ma stałą jasność powierzchniową, a jej paralaksa heliocentryczna wynosi 6,95 milisekundy łuku. Granice błędu pomiarowego paralaksy są niesymetryczne i wynoszą +0,58 i -0,85 milisekundy łuku.

Zadanie II.4 – Egipt.

Według mitologii egipskiej u zarania dziejów idealny rok zawierał 12 trzydziestodniowych miesięcy księżycowych i liczył dokładnie 360 dni o takiej samej długości jak obecnie. Oto co wg legendy stało się potem:

„Bogini Nieba Nut pokochała boga Ziemi – Geba i wyszła potajemnie za niego. Dowiedziawszy się o tym bóg Słońca – Ra – bardzo się rozgniewał. Rzucił klątwę na Nut: » jeśli zechce kiedykolwiek urodzić dziecko – niech nie będzie miesiąca w roku, w którym mogłoby ono przyjść na świat! «. Zapłakana Nut, która akurat spodziewała się dziecka, pobięła do boga mądrości – Tota, aby jej pomógł. Tot udał się do boga Księżyca – Chonsu – i zaproponował, by zagrał z nim w szachy. Tot wygrał od Chonsu z każdego miesiąca 1/64 część jego czasu i dodał je do długości roku. I tak oto miesiąc i rok przestały być idealne: miesiąc się skrócił, rok wydłużył, a w ciągu dodatkowych 5 dni, bogini Nut urodziła wszystkie swe dzieci.”

- Oblicz rozmiary orbit Ziemi i Księżyca za czasów idealnego kalendarza. Ile trwały wówczas doba gwiazdowa i miesiąc gwiazdowy?
- Czy możliwe były wtedy całkowite zaćmienia Słońca? Jeśli tak, to jaki byłby maksymalny czas ich trwania?
- Opisz własności kalendarza z ery idealnego roku, tj., ile istnieje niepowtarzalnych wersji kalendarza na różne lata, jaka będzie długość pór roku i w jakie dni będą się one rozpoczynać, podaj graniczne daty Wielkanocy (przyjmij, że jest to pierwsza niedziela po pierwszej wiosennej pełni Księżyca).

Założenia: przyjmij kołowe orbity Ziemi i Księżyca. Natomiast długość doby słonecznej, nachylenie osi obrotu Ziemi i płaszczyzny orbity Księżyca oraz datę równonocy wiosennej (21 III) pozostaw niezmiennie.

- Oblicz dokładny czas trwania poprawionego miesiąca i roku i porównaj je ze współcześnie przyjmowanymi wartościami. Jaką część czasu Tot powinien był wygrać, żeby otrzymać współcześnie przyjmowaną długość roku i miesiąca?