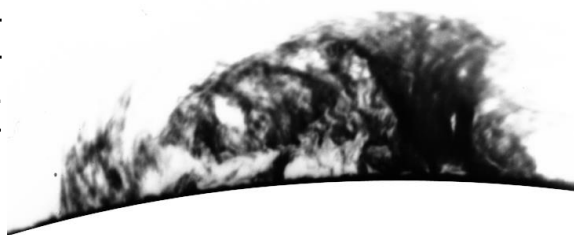


Wstęp do Fizyki Słońca – Lista zadań numer 5

1. Obliczyć (z możliwie jak najlepszą dokładnością) objętość protuberancji przedstawionej na zdjęciu obok i obliczyć jej masę. Przyjmujemy następujące parametry fizyczne protuberancji na zdjęciu:



- maksymalna wysokość: 100 000 km
- grubość: 10 000 km
- należy przyjąć, iż protuberancja wypełniona jest materią chromosferyczną.

a) Jak należy przeprowadzić te obliczenia, aby otrzymane wartości objętości i masy były jak najbardziej zbliżone do wartości rzeczywistych?

b) Jaką energię trzeba użyć aby taką masą rozpędzić do prędkości 400 km/s?

Na zdjęciu przedstawiony jest negatyw protuberancji zarejestrowanej koronografem. Należy zatem tylko ciemne obszary traktować jako miejsca wypełnione materią o gęstości porównywalnej z gęstością chromosfery.

Zadanie należy wykonać komputerowo - pisząc prosty program (dowolnym języku) umożliwiający wyznaczenie niezbędnych parametrów. W trakcie prezentowania wyników (na rzutniku w sali) należy omówić działanie programu.

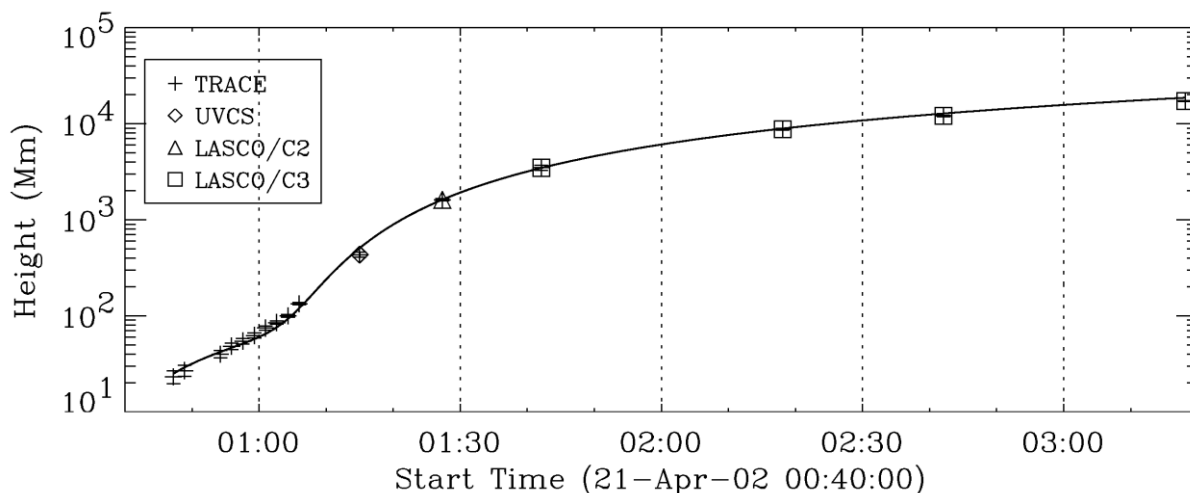
Tablica z danymi zawierającymi powyższy obraz (o rozmiarach 735x390 px), a także obraz w formacie PNG znajdują się pod listą (do pobrania).

2. Na rysunku poniżej przedstawiony jest wykres zmian wysokości „czoła” CME nad powierzchnią Słońca.

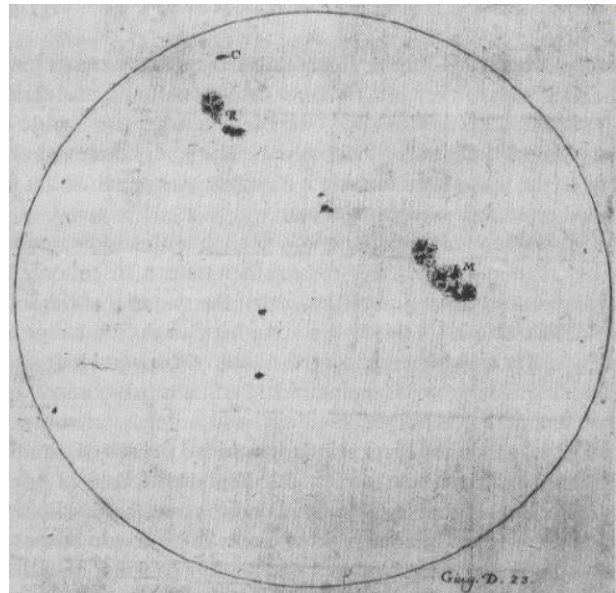
a) Jak zmienia się prędkość i przyspieszenie tego CME w czasie? Należy wykonać wykresy $v(t)$ i $a(t)$ dla tych samych przedziałów czasu.

b) Omówić procesy, które mogą wpływać na obserwowane zmiany v i a .

c) Przy zachowaniu tendencji zmian prędkości CME, należy obliczyć, po jakim czasie CME dotrze Ziemi. Uwaga - w obliczeniach należy uwzględnić fakt spiralnego ułożenia pola magnetycznego Słońca na torze propagacji CME w kierunku Ziemi i omówić jaki ma to wpływ na otrzymany wynik.



3. Na rysunku z początku XVII wieku (obok) widoczne są plamy słoneczne.



a) Czy rysunek ten został wykonany przy użyciu teleskopu, czy podczas obserwacji okiem nieuzbrojonym (jedynie przy użyciu filtra osłabiającego wiązkę światła w zakresie widzialnym)?

b) Czy można dostrzec nieuzbrojonym okiem tarcze Wenus i Merkurego przechodzące przed tarczą słoneczną?

c) O ile magnitudo maleje jasność Słońca w momencie przechodzenia przed jego tarczą Wenus lub Merkurego? Obliczenia należy wykonać dla minimalnych i maksymalnych rozmiarów kątowych tarczy Słońca dla obserwatora znajdującego się na Ziemi.

Wszystkie odpowiedzi należy uzasadnić lub poprzeć obliczeniami. W obliczeniach należy użyć maksymalnych rozmiarów kątowych planet na niebie. Należy pominąć efekt pociemnienia brzegowego. Niezbędne dane dotyczące Słońca, Wenus i Merkurego należy znaleźć samodzielnie (a źródło podać podczas rozwiązywania zadania).

4. Co to jest parametr plazmowy β (β -plazmowa)? Co opisuje ten parametr i co oznaczają jego różne wartości? (- należy posłużyć się odpowiednim wykresem zmiany parametru β z wysokością). β -plazmową można opisać na kilka sposobów, na przykład wzorem:

$$\beta = \frac{2\xi n_e k_B T_e}{B^2 / 8\pi}$$

gdzie:

ξ - stopień jonizacji

n_e - gęstość elektronowa

T_e - temperatura elektronowa

B - pole magnetyczne

k_B - stała Boltzmannna

Parameter	Photosphere	Cool corona	Hot corona	Outer corona
Electron density n_e (cm^{-3})	2×10^{17}	1×10^9	1×10^9	1×10^7
Temperature T (K)	5×10^3	1×10^6	3×10^6	1×10^6
Pressure p (dyne cm^{-2})	1.4×10^5	0.3	0.9	0.02
Magnetic field B (G)	500	10	10	0.1

Posługując się danymi (z tabelki znajdującej się powyżej) dla czterech obszarów na Słońcu należy:

a) wyjaśnić jaki stopień jonizacji można przyjąć dla fotosfery, a jaki dla korony słonecznej;

b) obliczyć parametr β -plazmowa;

c) zinterpretować otrzymane wyniki parametru β dla poszczególnych warstw.

5. Omówić szczegółowo transport energii we wnętrzu Słońca z podziałem na elementy składowe. Przedstawić stosunek wkładu konwekcji i promieniowania względem promienia Słońca (czyli względem głębokości pod powierzchnią Słońca). Należy przedstawić odpowiednie wzory i wartości liczbowe.

6. Omówić twierdzenie Alfvena dotyczące wmrózenia pola magnetycznego w plazmę. Przedstawić jego konsekwencje w fizyce Słońca (wraz z konkretnymi przykładami).

7. Czy gwiazda o temperaturze powierzchniowej wynoszącej 10 000 K i emitującej 10 razy więcej energii (w postaci promieniowania elektromagnetycznego) niż Słońce będzie większa, czy mniejsza od Słońca? Należy obliczyć rozmiar (promień) tej gwiazdy. W jakiej odległości od Ziemi musiałaby znajdować się ta gwiazda, aby dla obserwatora znajdującego się na powierzchni Ziemi miała taką samą jasność jak Słońce? Niezbędne dane do obliczeń należy znaleźć samodzielnie (a źródło podać podczas rozwiązywania zadania).

8. Prędkość rotacji różnicowej Słońca (wyrażonej w stopniach na dobę) można wyrazić pewnym równaniem, zależnym od szerokości heliograficznej.

a) Jaką postać ma to równanie?

b) Po jakim czasie dwie plamy, zaobserwowane na południku centralnym, ale na różnych szerokościach heliograficznych (15°N i 30°N) znowu spotkają się w jednym południku? Jak nazywa się taki okres?

c) Czy takie sytuacje obserwujemy na Słońcu? Odpowiedź należy uzasadnić (jeśli tak, to dlaczego, jeśli nie, to dlaczego).

d) Czy plamy słoneczne i włókna chromosferyczne położone na tych samych szerokościach heliograficznych mają te same prędkości rotacji? (=> wykres).

9. Omówić szczegółowo emisję promieniowania rentgenowskiego ze Słońca.

a) W czasie minimum aktywności słonecznej.

b) W czasie maksimum aktywności słonecznej.

c) Omówić sposób powstawania promieniowania rentgenowskiego w różnych zakresach energetycznych (od niskich do bardzo wysokich energii fotonów rentgenowskich).

d) Jak możemy podzielić (i nazwać) typy słonecznego promieniowania rentgenowskiego?

e) Nazwać i omówić struktury charakteryzujące się emisją rentgenowską na Słońcu.

Krzysztof Radziszewski