

Drogi uczniu,

Praktyczna część zawodów będzie trwała **135 minut**, włączając w to czas spędzony w planetarium. Na zawodach będziesz mieć zapewnione wszystkie niezbędne przyrządy i materiały potrzebne do rozwiązania zadań. Rozwiązanie każdego zadania umieść na osobnej kartce. Każdą stronę podpisz kodem uczestnika, numerem zadania, numerem strony w ramach rozwiązania i łączną liczbą stron rozwiązania. W ramach rozwiązania zadania **4 masz obowiązek oddać** jeden egzemplarz papieru milimetrowego. Rozwiązania powinny zawierać opis wszystkich kroków rozumowania, nie mogą zawierać luk logicznych oraz powinny być spisane w sposób czytelny i przejrzysty. Prace nieczytelne lub niepoprawnie podpisane mogą nie zostać sprawdzone. W razie problemów, wątpliwości, chęci wyjścia do toalety lub konieczności pobrania dodatkowych kartek należy zasygnalizować to podniesieniem ręki.

Powodzenia!
KOAJ i KGOAJ

Wybrane stałe astronomiczne i fizyczne:

$1 \text{ au} = 1,496 \times 10^{11} \text{ m}$	jednostka astronomiczna
$M_{\odot} = 1,989 \times 10^{30} \text{ kg}$	masa Słońca
$G = 6,674 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$	stała grawitacji

Dodatkowe informacje

Długość ekliptyczna to odpowiednik rektascensji w układzie ekliptycznym. W układzie tym ekliptyka gra podobną rolę, co równik niebieski we współrzędnych równonocnych. Oznacza to, że dla obiektów obserwowanych na ekliptyce (czyli Słońca, a także, w przybliżeniu, Marsa), szerokość ekliptyczna (będąca odpowiednikiem deklinacji) jest równa zero. Długość ekliptyczna przyjmuje wartość zero m.in. w punkcie Barana. Kierunek, w którym rosną współrzędne, jest taki sam w obu układach.

Apocentrum orbity eliptycznej znajduje się w odległości $(1 + e)a$ od jej ogniska, a perycentrum w odległości $(1 - e)a$ od ogniska, e to jej mimośród (ekscentryczność), z definicji równy

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}},$$

gdzie a to wielka półoś tej orbity, a b to półoś mała.

Na równiku możemy definiować współrzędne w sposób analogiczny do tego, jak definiujemy współrzędne geograficzne na Ziemi. Szerokość i długość selenograficzna pełnią wtedy rolę odpowiednio szerokości i długości geograficznej. W szczególności szerokość selenograficzna 0° odpowiada równikowi księżycowemu, a $+90^\circ$, -90° odpowiada biegunom księżycowym.

Zadanie 4

W tym zadaniu postaramy się wyznaczyć kształt orbity Marsa, opierając się na obserwacjach poczynionych z Ziemi. Wykorzystywana przez nas metoda wyznaczenia położenia Marsa (lub dowolnej innej planety) opiera się na fakcie, że planeta ta, po upływie jednego swojego okresu obiegu wokół Słońca, wraca do tego samego punktu. Mając więc dwa pomiary kierunku, w którym widziany jest z Ziemi Mars, wykonane w odstępie dokładnie jednego (lub kilku) okresów orbitalnych Marsa, i znając położenia Ziemi w tych momentach, można wyznaczyć położenie Marsa. Przy kilku takich parach pomiarów, można się pokusić o wyznaczenie całej orbity tejże planety.

W poniższej tabelce przedstawiono zaobserwowane długości ekliptyczne Słońca ($\lambda_{\odot}$) i Marsa (λ_M) w wybranych dniach. Pomiary te przedstawione są parami, w których momenty obserwacji różnią się o wielokrotność okresu obiegu Marsa wokół Słońca, wynoszącego $T = 687$ d.

Pozycja Marsa	Dzień	$\lambda_{\odot}$	λ_M
A	15.09.2018	172°	301°
	02.08.2020	130°	18°
B	01.10.2017	188°	166°
	10.04.2025	20°	116°
C	12.12.2019	259°	225°
	15.09.2023	172°	192°
D	01.01.2023	280°	69°
	18.11.2024	236°	124°
E	01.12.2018	248°	339°
	23.07.2024	120°	61°
F	23.07.2018	120°	305°
	09.06.2020	78°	347°

Rozwiązując zadanie możesz założyć, że orbity Marsa i Ziemi są współpłaszczyznowe. Przyjmij także, że orbita Ziemi jest niemalże kołowa, czyli zmiany odległości Ziemi od Słońca są niewielkie w porównaniu z jedną jednostką astronomiczną. Eliptyczność orbity Ziemi ma jednak zauważalny wpływ na położenie Ziemi na orbicie, co skutkuje niejednostajnym tempem zmiany długości ekliptycznej Słońca w ciągu roku.

- Na papierze milimetrowym zaznacz Słońce oraz okrąg reprezentujący orbitę Ziemi, a także kierunek punktu Barana. Następnie zaznacz położenia Ziemi w momentach wymienionych w tabeli i oznacz je pozycją Marsa i numerem (przykładowo „B1” dla położenia Ziemi 01.10.2017). Aby cała orbita Marsa mogła zmieścić się na kartce, jedna jednostka astronomiczna nie powinna, w skali rysunku, przekraczać pięciu centymetrów.
- Dla każdego położenia Ziemi narysuj półprostą, na której znajdował się Mars w chwili obserwacji.
- Zaznacz położenia Marsa we wszystkich chwilach obserwacji.
- Na podstawie wyznaczonych położenia Marsa oszacuj wartość pólki wielkiej i mimośrodę jego orbity. Porównaj wyznaczoną przez siebie półkę wielką z wartością oczekiwaną na podstawie okresu orbitalnego Marsa.

Zadanie 5

Zadanie rozwiązywane pod sztucznym niebem planetarium

Obserwujesz niebo z powierzchni Księżyca. Wokół rozciąga się panorama naszego satelity, a nad horyzontem widoczna jest Ziemia. Niebo będzie się znajdowało w spoczynku przez około 10 min. Następnie zostanie uruchomiony upływ czasu i zobaczysz ruch nieba widoczny z powierzchni Księżyca. Ta sama sytuacja zostanie odtworzona dwa razy.

Na podstawie obserwacji określ:

- a) W jakiej fazie obecnie znajduje się Księżyc widziany z Ziemi, w momencie obserwacji statycznego nieba?
- b) W jakim gwiazdozborze przebywa Słońce w sytuacji odtwarzanej na niebie planetarium?
- c) Na jakiej szerokości selenograficznej znajduje się obserwator?
- d) Na załączonej mapie gwiazd zaznacz położenie księżycowego bieguna niebieskiego.
- e) W jakim gwiazdozborze pojawiła się supernowa?