

- (G1) Statek kosmiczny o masie m oraz prędkości \vec{v} zbliża się do masywnej planety o masie M i prędkości orbitalnej \vec{u} , jak zmierzono w inercjalnym układzie odniesienia. Rozważmy szczególny przypadek, w którym trajektoria zbliżającego się statku jest zaprojektowana w taki sposób, że wektor prędkości planety nie zmienia kierunku z powodu przyspieszenia grawitacyjnego przekazywanego statkowi. W takim przypadku, przyspieszenie grawitacyjne wpływające na zmianę prędkości statku może być wyznaczone przy użyciu praw zachowania mierząc asymptotyczne prędkości statku przed i po zbliżeniu oraz przez kąt pod jakim nadlatuje statek.

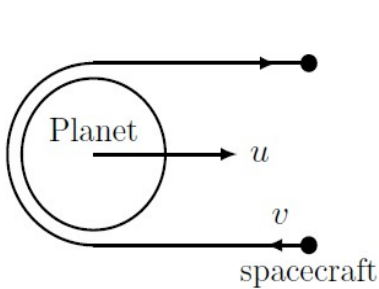


Figure 1

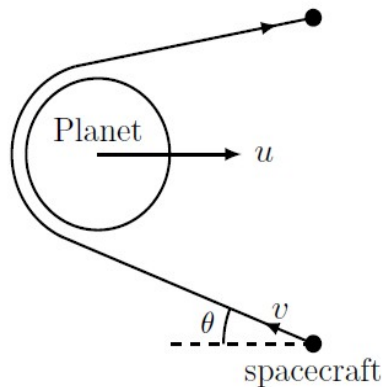


Figure 2

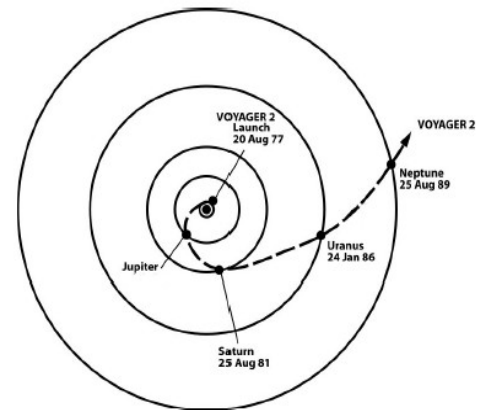


Figure 3

- (G1.1) Jaka będzie prędkość końcowa statku kosmicznego (\vec{v}_f), jeżeli prędkości \vec{v} oraz \vec{u} mają taki sam kierunek ale przeciwne zwroty. (zobacz: Figure 1). 3
- (G1.2) Uprość otrzymane wyrażenie dla przypadku $m \ll M$. 1
- (G1.3) Jeżeli kąt pomiędzy \vec{v} oraz $-\vec{u}$ wynosi θ oraz $m \ll M$ (zobacz: Figure 2), użyj poprzedniego wyniku do wyznaczenia wartości prędkości końcowej (v_f) 3
- (G1.4) Tabela na ostatniej stronie zawiera dane statku kosmicznego Voyager-2 dla kilku miesięcy w 1979 roku, gdy statek ten przechodził obok Jowisza. Załóż, że obserwator znajduje się w centrum Słońca. Odległość od obserwatora podana jest w jednostkach astronomicznych (au), zaś λ to heliocentryczna długość ekliptyczna wyrażona w stopniach. Załóż, że wszystkie obiekty znajdują się w płaszczyźnie ekliptyki oraz że orbita Ziemi jest okręgiem. Narysuj wykres zależności danych zawartych w tabeli od czasu obserwacji aby znaleźć datę, w której statek kosmiczny był najbliższy Jowisza. Wykres ten oznacz G 1.4. 8
- (G1.5) Wyznacz odległość Ziemia-Jowisz (d_{E-J}) dla dnia największego zbliżenia. 4
- (G1.6) Około której godziny czasu urzędowego (t_{std}) w dniu największego zbliżenia, Jowisz znajdzie się w południku na niebie widzianym z Bhubaneswaru ($20.27^\circ N ; 85.84^\circ E ; UT+05:30$) ? 6
- (G1.7) W poniższej tabeli podano prędkość statku (wyrażoną w $km s^{-1}$) mierzona przez tego samego obserwatora w pewnych datach przed największym zbliżeniem i w tych samych datach po zbliżeniu. Gdzie dzień „n” to data największego zbliżenia. Użyj tych danych aby wyznaczyć prędkość orbitalną Jowisza (u) oraz kąt θ dla dnia największego zbliżenia. 12

data	n-45	n-35	n-25	n-15	n-5	n
v_{tot}	10.1408	10.0187	9.9078	9.8389	10.2516	25.5150
data	n+5	n+15	n+25	n+35	n+45	
v_{tot}	21.8636	21.7022	21.5580	21.3812	21.2365	

- (G1.8) Znajdź mimośród orbity Jowisza e_J . 8
- (G1.9) Znajdź heliocentryczną długość ekliptyczną λ_p Jowisza w punkcie perihelium. 5

Zadanie Zespołowe

Miesiąc	Dzień	λ ($^{\circ}$)	Odległość (au)
Czerwiec	1	135.8870	5.1589731906
Czerwiec	2	135.9339	5.1629499712
Czerwiec	3	135.9806	5.1669246607
Czerwiec	4	136.0272	5.1708975373
Czerwiec	5	136.0736	5.1748689006
Czerwiec	6	136.1200	5.1788390741
Czerwiec	7	136.1662	5.1828084082
Czerwiec	8	136.2122	5.1867772826
Czerwiec	9	136.2582	5.1907461105
Czerwiec	10	136.3040	5.1947153428
Czerwiec	11	136.3496	5.1986854723
Czerwiec	12	136.3951	5.2026570402
Czerwiec	13	136.4405	5.2066306418
Czerwiec	14	136.4857	5.2106069354
Czerwiec	15	136.5307	5.2145866506
Czerwiec	16	136.5756	5.2185705999
Czerwiec	17	136.6202	5.2225596924
Czerwiec	18	136.6647	5.2265549493
Czerwiec	19	136.7090	5.2305575243
Czerwiec	20	136.7532	5.2345687280
Czerwiec	21	136.7970	5.2385900582
Czerwiec	22	136.8407	5.2426232385
Czerwiec	23	136.8841	5.2466702671
Czerwiec	24	136.9273	5.2507334797
Czerwiec	25	136.9702	5.2548156324
Czerwiec	26	137.0127	5.2589200110
Czerwiec	27	137.0550	5.2630505798
Czerwiec	28	137.0969	5.2672121872
Czerwiec	29	137.1384	5.2714108557
Czerwiec	30	137.1795	5.2756542053
Lipiec	1	137.2200	5.2799520895
Lipiec	2	137.2600	5.2843175880
Lipiec	3	137.2993	5.2887686308
Lipiec	4	137.3378	5.2933308160
Lipiec	5	137.3754	5.2980426654
Lipiec	6	137.4118	5.3029664212
Lipiec	7	137.4467	5.3082133835
Lipiec	8	137.4798	5.3140161793
Lipiec	9	137.5116	5.3210070441
Lipiec	10	137.5628	5.3312091210
Lipiec	11	137.6898	5.3405592121
Lipiec	12	137.8266	5.3466522674
Lipiec	13	137.9599	5.3516661563
Lipiec	14	138.0903	5.3561848203
Lipiec	15	138.2186	5.3604205657
Lipiec	16	138.3453	5.3644742164

Miesiąc	Dzień	λ ($^{\circ}$)	Odległość (au)
Lipiec	17	138.4707	5.3684017790
Lipiec	18	138.5949	5.3722377051
Lipiec	19	138.7183	5.3760047603
Lipiec	20	138.8409	5.3797188059
Lipiec	21	138.9628	5.3833913528
Lipiec	22	139.0841	5.3870310297
Lipiec	23	139.2048	5.3906444770
Lipiec	24	139.3250	5.3942369174
Lipiec	25	139.4448	5.3978125344
Lipiec	26	139.5641	5.4013747321
Lipiec	27	139.6831	5.4049263181
Lipiec	28	139.8016	5.4084696349
Lipiec	29	139.9198	5.4120066575
Lipiec	30	140.0377	5.4155390662
Lipiec	31	140.1553	5.4190683021
Sierpień	1	140.2725	5.4225956100
Sierpień	2	140.3895	5.4261220723
Sierpień	3	140.5062	5.4296486357
Sierpień	4	140.6225	5.4331761326
Sierpień	5	140.7387	5.4367052982
Sierpień	6	140.8546	5.4402367851
Sierpień	7	140.9702	5.4437711745
Sierpień	8	141.0856	5.4473089863
Sierpień	9	141.2007	5.4508506867
Sierpień	10	141.3157	5.4543966955
Sierpień	11	141.4303	5.4579473912
Sierpień	12	141.5448	5.4615031166
Sierpień	13	141.6591	5.4650641822
Sierpień	14	141.7731	5.4686308707
Sierpień	15	141.8869	5.4722034391
Sierpień	16	142.0006	5.4757821220
Sierpień	17	142.1140	5.4793671340
Sierpień	18	142.2272	5.4829586711
Sierpień	19	142.3402	5.4865569133
Sierpień	20	142.4530	5.4901620256
Sierpień	21	142.5657	5.4937741595
Sierpień	22	142.6781	5.4973934544
Sierpień	23	142.7904	5.5010200385
Sierpień	24	142.9024	5.5046540300
Sierpień	25	143.0143	5.5082955377
Sierpień	26	143.1260	5.5119446617
Sierpień	27	143.2375	5.5156014948
Sierpień	28	143.3488	5.5192661222
Sierpień	29	143.4599	5.5229386226
Sierpień	30	143.5709	5.5266190687
Sierpień	31	143.6817	5.5303075275