

- (G1) Uma espaçonave de massa m e velocidade \vec{v} se aproxima de um planeta massivo de massa M e velocidade orbital \vec{u} , velocidades essas medidas por um observador inercial. Vamos considerar um caso especial, onde a trajetória de aproximação da espaçonave é planejada de tal maneira que o vetor de velocidade do planeta não muda de direção por causa do impulso gravitacional dado à espaçonave. Nesse caso, o impulso gravitacional na velocidade da espaçonave pode ser estimado utilizando leis de conservação, medindo a velocidade assintótica da espaçonave antes e depois da interação, e o ângulo de

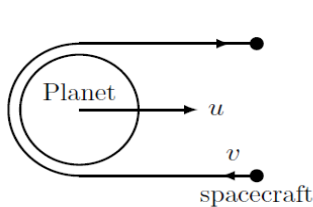


Figure 1

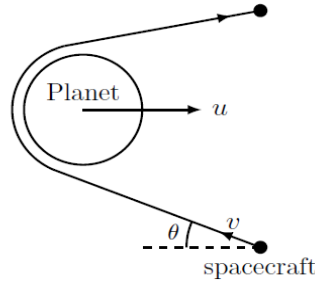


Figure 2

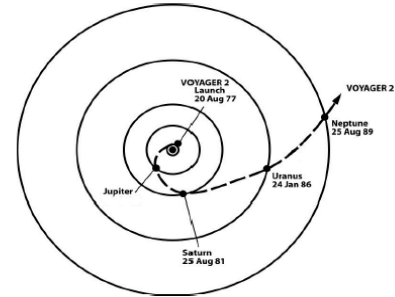


Figure 3

aproximação da espaçonave.

- (G1.1) Qual será a velocidade final (\vec{v}_f) da espaçonave, se \vec{v} e \vec{u} são exatamente anti-paralelos (Figura 1)? 3
- (G1.2) Simplifique a expressão acima para o caso onde $m \ll M$. 1
- (G1.3) Seja θ o ângulo entre \vec{v} e $-\vec{u}$ (Figura 2). Se $m \ll M$, use os resultados acima para escrever a expressão para o módulo da velocidade final (v_f). 3
- (G1.4) A Tabela na última página apresenta dados da espaçonave Voyager-2 durante alguns meses de 1979, quando ela passou próximo a Júpiter. Considere que o observador está localizado no centro do Sol. A distância ao observador é dada em UA, e λ é a longitude eclíptica heliocêntrica em graus. Considere que todos os objetos estão no plano da eclíptica, e que a órbita da Terra é circular. Faça um gráfico da coluna apropriada da Tabela em função do tempo para encontrar a data em que a espaçonave fez sua maior aproximação de Júpiter. Indique essa data no gráfico como "G1.4". 8
- (G1.5) Encontre a distância Terra-Júpiter (d_{E-J}) no dia dessa aproximação máxima. 4
- (G1.6) No dia da aproximação máxima, em qual horário no tempo padrão (t_{std}) Júpiter fez seu trânsito meridiano no céu de Bhubaneswar (20.27° N; 85.84° E; UT + 05:30)? 6
- (G1.7) A velocidade da espaçonave (em km s^{-1}) medida pelo mesmo observador em algumas datas antes e depois da aproximação máxima são dadas abaixo. O dia n é o dia da aproximação máxima. Use estes dados para encontrar a velocidade orbital de Júpiter (u) na data da aproximação máxima, e o ângulo θ . 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) Encontre a excentricidade da órbita de Júpiter, e_j . 8
- (G1.9) Encontre a longitude eclíptica heliocêntrica do periélio de Júpiter, λ_p . 5

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

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