

- (G1) Космически кораб с маса  $m$  и със скорост  $\vec{v}$  се приближава към масивна планета с маса  $M$  и орбитална скорост  $\vec{u}$ . И двете скорости са относно една и съща инерциална отправна система. Разглеждаме един специален случай, в който траекторията на приближаващият се космически кораб е такава, че векторът на скоростта на планетата не променя посоката си в резултат допълнителната скорост, която се придава кораба вследствие на гравитационното взаимодействие между двете тела.

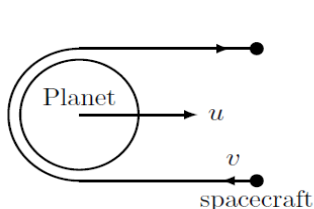


Figure 1

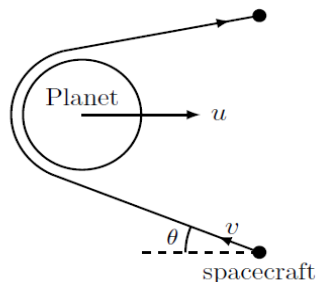


Figure 2

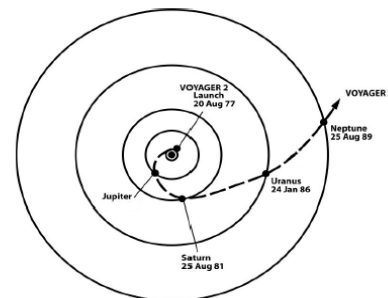


Figure 3

В този случай, нарастването на големината на скоростта на космическия кораб може да бъде оценена като се използват закони за запазване. При това се използва измерената стойност на скоростта на космическия кораб на границата на сферата на гравитационно влияние на планетата, в началото и в края на взаимодействието на кораба с гравитационното ѝ поле, и ъгъла на движение на кораба при доближаването към планетата.

- (G1.1) Каква ще бъде крайната големината на скоростта ( $v_f$ ) на космическия кораб, ако  $\vec{v}$  и  $\vec{u}$  имат противоположни посоки (както е показано на Фигура 1)? 3

- (G1.2) Опростете този израз, за случая в който е валидно приближението  $m \ll M$ . 1

- (G1.3) Ако ъгълът между  $\vec{v}$  и  $-\vec{u}$  е  $\theta$  и  $m \ll M$  (виж Фигура 2), то получите израз за големината на крайната скорост ( $v_f$ ) на сондата, използвайки резултата от предното подусловие. 3

- (G1.4) В таблицата, която е на последната страница, са дадени данни за автоматичната космическа станция Voyager-2, отнасящи се за няколко месеца през 1979г.. Приемете, че наблюдателят се намира в центъра на Слънцето. Разстоянието между наблюдателя и Юпитер е дадено в астрономически единици (AU), а  $\lambda$  е хелиоцентричната еклиптична дължина в градуси. Примете, че всички обекти се намират в равнината на еклиптиката, а също че орбитата на Земята около Слънцето е кръгова. Начертайте графика използвайки данните от една от колоните в таблицата, като функция на датата на наблюдение, за да намерите датата на която космическият апарат максимално се сближава с Юпитер и означете графиката с G1.4. 8

- (G1.5) Намерете разстоянието между Земята и Юпитер ( $d_{E-J}$ ) в деня на максималното сближаване на космическия апарат с планетата. 4

- (G1.6) В деня на максимално сближаване, в колко часа по стандартно време ( $t_{std}$ ), приблизително, Юпитер пресича меридиана на мястото за наблюдател, който се намира в Бубанешвар ( $20.27^\circ N$ ;  $85.84^\circ E$ ; UT + 05:30) 6

(G1.7) В таблицата е дадена скоростта на космическата сонда (в km/s), относно същия наблюдател, за няколко дати, преди и след най-близкото преминаване. С  $n$  е означен денят в който се случва най-голямото сближаване. Намерете орбиталната скорост на Юпитер ( $u$ ) и ъгъла  $\theta$  използвайки тези данни.

Дата	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
Дата	n+5	n+15	n+25	n+35	n+45	
$v_{tot}$	21.8636	21.7022	21.5580	21.3812	21.2365	

(G1.8) Намерете ексцентритета  $e_J$  на орбитата на Юпитер.

8

(G1.9) Намерете хелиоцентричната еклиптична дължина  $\lambda_p$ , на точката в която Юпитер е в перихелий.

5

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

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