

Olimpiada Nationala de Astronomie
1-2 Mai 2003

Problema 1

Corpul omenesc are o serie de segmente care pot fi folosite la determinarea unghiurilor între diferite obiecte pe bolta cereasca.

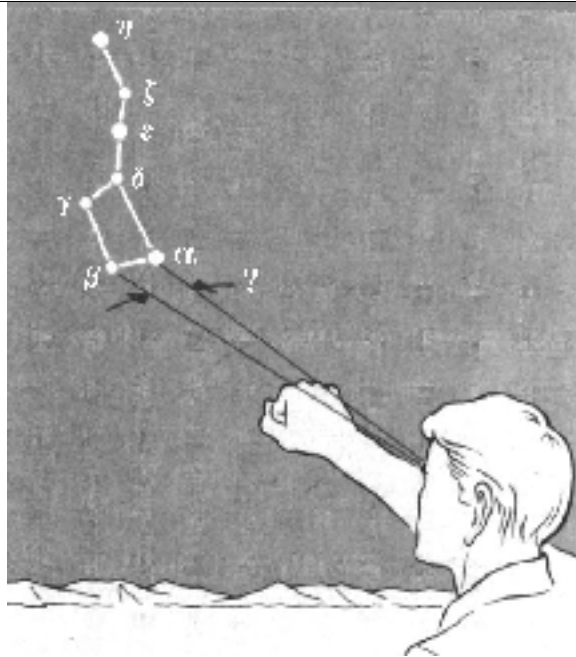
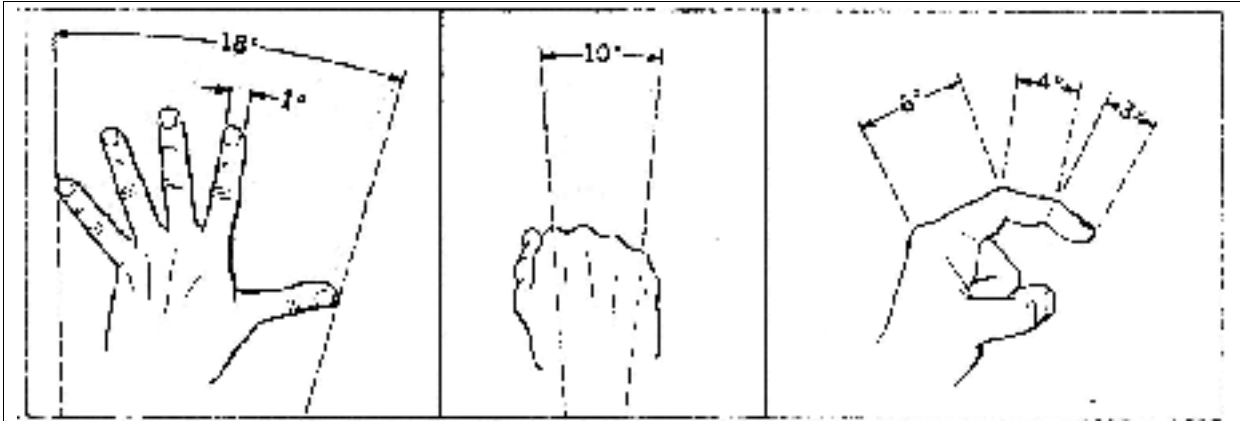


Figura 2

Figura 1a, 1b si 1c.

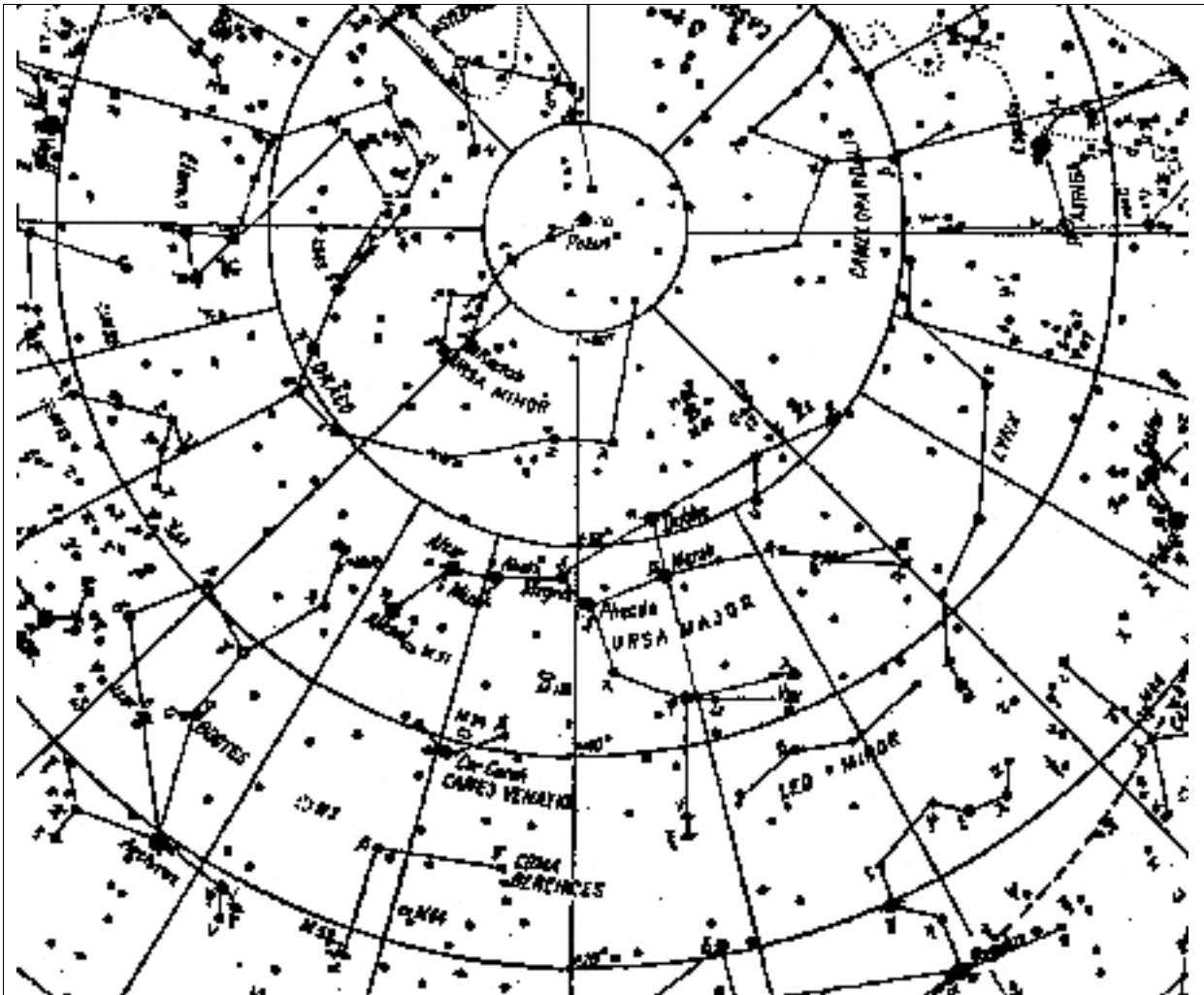
Deschiderea unghiulara a palmei complet deschise este de aproximativ 18° iar a degetului aratator este de aproximativ 1° (figura 1a).

Deschiderea unghiulara dintre primul si ultimul os (metacarpian) al pumnului este de aproximativ 10° , cu pumnul inchis si bratul intins (figura 1b).

Aratatorul are trei falange. Deschiderile unghiulare ale celor trei falange cand bratul este intins sunt aproximativ de 3° , 4° si 5° (figura 1c).

a) Deoarece exista variatii individuale, fiecare elev va face o calibrare personala. In acest scop masurati un reper terestru de o lungime cunoscuta si deplasati-va mai aproape sau mai departe de el astfel incat sa aveti deschiderea unghiulara dorita. Folosind relatiile trigonometrice determinati unghiul.

b) Determinati si puneti intr-un tabel deschiderile unghiulare (aproximative) masurate (in felul indicat mai sus), ale principalelor stele din constelatia Carului Mare (Ursa Major) si prezentate in figura 2.



Problema 2

Se dau pozițiile lui Marte relativ la stelele de pe bolta cerească, măsurate pe un interval de 6 luni (tabelul 1). Pozițiile sunt prezentate la un interval de 10 zile de-a lungul eclipticii, pornind cu 0° la echinoxul vernal; ele sunt date în grade de-a lungul eclipticii, crescând în direcția spre răsărit și merg până la 360° când se suprapun cu echinoxul vernal.

Pe o hartie milimetrică se va reprezenta grafic, pe axa orizontală x , latitudinea. Axa y va fi axa timpului la intervale de 10 zile. Marcați sensul de deplasare al planetei pentru a putea ordona pozițiile ei. După ce ați făcut graficul, răspundeți la următoarele întrebări, folosind cât mai bine graficul:

- la ce dată începe și la ce dată se sfârșește mișcarea retrogradă a lui Marte?
- când va ajunge Marte la mijlocul mișcării lui retrograde? În ce dată și unde anume se va găsi Marte pe cer la aceea dată?
- care este deschiderea unghiulară totală în lungul axei longitudini, a mișcării lui retrograde?

Tabelul 1

Data	Longitudinea
Sept. 5 1990	63 ⁰
Sept. 15	67 ⁰
Sept. 25	71 ⁰
Oct. 5	74 ⁰
Oct15	75 ⁰
Oct. 25	74 ⁰
Nov. 4	72 ⁰
Nov. 14	70 ⁰
Nov 24	66 ⁰
Dec. 4	62 ⁰
Dec. 14	59 ⁰
Dec. 24	57 ⁰
Ian. 3 1991	57 ⁰
Ian. 13	57 ⁰
Ian. 23	60 ⁰
Febr. 2	63 ⁰
Febr. 12	67 ⁰

Problema 3;

Fazele lui Venus

In figura 1 se prezinta Soarele, Pamantul cu traiectoria lui aproximativ circulara si traiectoria lui Venus considerata tot aproximativ circulara. Cele trei imagini, a), b) si c) sunt trei imagini ale lui Venus vazute prin telescop.

1) Va propunem sa asezati (sa desenati) discul planetei Venus (din coltul din dreapta jos) pe pozitiile corespunzatoare pe traiectoria lui astfel incat de pe Pamant sa se vada ca in imaginile a), b) si c). De asemenea, innegriti portiunea din planeta Venus care este in umbra, la acea pozitie.

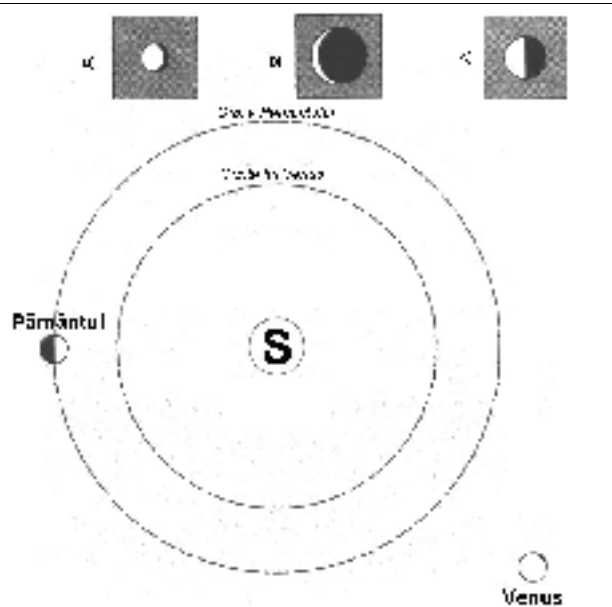


Figura 1

Problema 4

In tabelul de mai jos sunt insumate unele caracteristici relativ la sistemul solar

Planeta	Distanța			Perioada de revoluție T, in ani (tropici)		Masa	
	x10 ⁸	in unitati astronomice [ua] si logarimul distanței				x10 ²⁴	relativa la masa Pamantului
	km	[ua]	log(dist)	[ani]	log(T)	[kg]	
Mercur	0,58	0,39	-0,4089	0,24	-0,6198	0,33	0,056
Venus	1,08	0,72	-0,1427	0,61	-0,2147	4,9	0,81
Pamant	1,50	1	0	1	0	6,0	1
Marte	2,28	1,52	0,1818	1,88	0,2741	0,64	0,11
Asteroizi							
Jupiter	7,78	5,20	0,7160	11,86	1,0741	19.000	318
Saturn	14,27	9,55	0,9800	29,46	1,4692	5.700	05
Uranus	28,69	19,20	1,2833	84,01	1,9243	88	15
Neptun	44,98	30,1	1,4786	164,79	2,2169	100	17
Pluton	59,00	39,5	1,5966	248,4	2,3951		

Incercati sa deduceti, folosind aceste date, legea atractiei gravitationale. Se poate considera ca expresia fortei gravitationale este una care scade cu distanta dintre cele doua corpuri, dar ca nu stim care este puterea p la care distanta r apare in formula (1):

$$F_{grav} = K \frac{mM}{r^p} \quad (1)$$

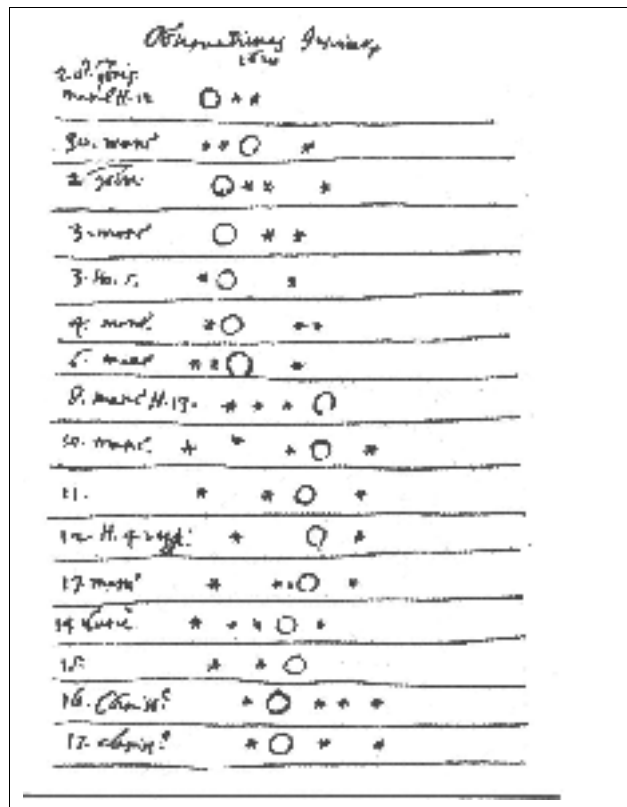
Problema 5

Satelitii lui Jupiter au fost descoperiti de Galileo Galilei folosind o luneta de constructie proprie, pe perioada de observatii din anii 1609-1610. In imaginea alaturata se prezinta o fotocopie dupa manuscrisul lui Galilei privind observatiile asupra satelitilor lui Jupiter (din anul 1610) pe o perioada de aproximativ doua saptamani. El si-a imaginat ca Jupiter si satelitii lui formeaza un mini sistem solar in care satelitii se misca pe orbite circulare.

In tabelul 1 (de mai jos) sunt insumate observatiile pozitiilor celor patru sateliti principali galileeni (Io, Europa, Ganimede si Callisto); observatii facute zilnic, la aceeasi ora din noapte, pe parcursul unei luni. Linia groasa din mijloc reprezinta pozitia lui Jupiter ca referinta.

Se cere sa determinati din aceste date:

- raza orbitei circulare a celor patru sateliti din observatiile zilnice date mai jos. Se va descrie modul in care s-a lucrat;
- perioada de revolutie a fiecarui satelit. Se va descrie modul in care acestea s-au determinat;
- cunoscand ca Soarele, Pamantul si Jupiter la momentul observatiei se afla aproximativ intr-o pozitie de triunghi dreptunghic cu unghiul drept la Pamant si folosind datele din tabelul 2, determinati razele orbitelor satelititlor lui Jupiter in km.



Tabelul 2

Planeta	Dist. $\times 10^8$ [km]	Dist. [u.a.]	Perioada de revolutie. [ani]	Masa $\times 10^{24}$ [kg]	Masa relativa la cea a Pamantului
Pamant	1,50	1	1	6,0	1
Jupiter	7,78	5,20	11,86	19.000	318

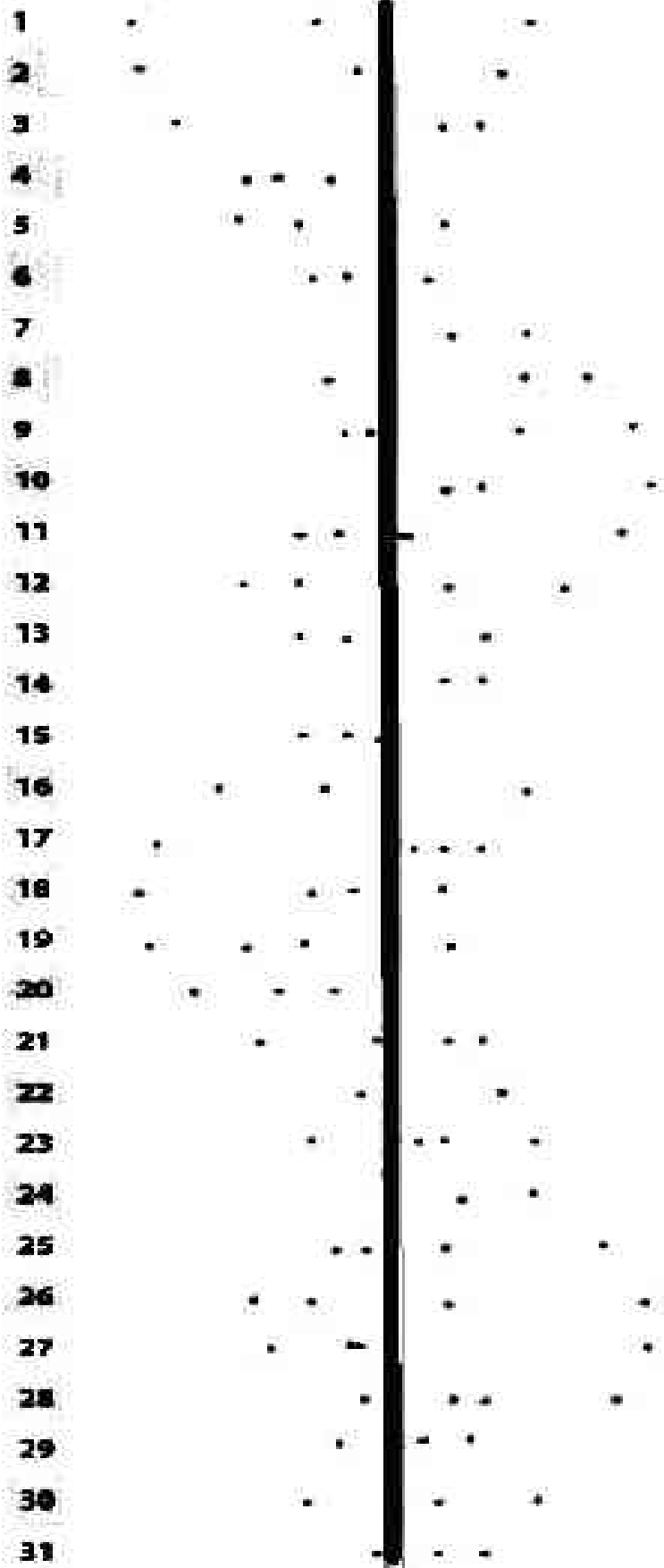
Rezultatele obtinute se trec in tabelul 3.

Tabelul 3

Satelitul	Raza traiectoriei circulare (in unitati arbitrare)	Perioada de revolutie dedusa (zile, ore, etc)	Raza traiectoriei circulare (in km)

Se vor trece toate formulele de calcul utilizate, se vor explica marimile utilizate ca si unitatile folosite si se vor descrie toate aproximatiile facute (daca a fost cazul) precum si consideratiile efectuate, necesare rezolvarii problemei.

Tabelul 1



Problema 6
Binare cu eclipsa

Daca doua stele se rotesc una in jurul celeilalte, atunci este posibil ca privindu-le din planul lor comun sa se eclipseze una pe alta in diferite momente ale miscarii lor. Ca urmare, radiatia lor luminoasa variaza in timp si aceasta variatie poarta numele de curba de lumina.

Determinati raportul razelor stelelor din sistemului binar cu eclipsa daca se cunoaste curba de lumina (figura 1). In cazul nostru se cunosc momentele t_1 , t_2 , t_3 si t_4 . Sa se determine R_1/R_2 .

Se presupune ca ambele stele au aceeasi stralucire.

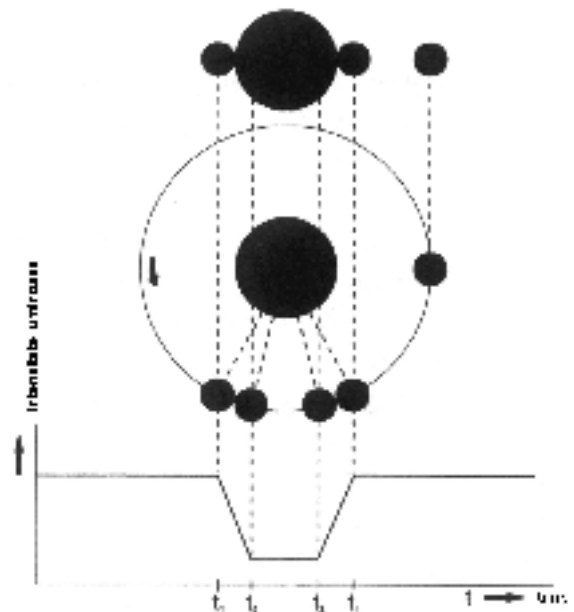
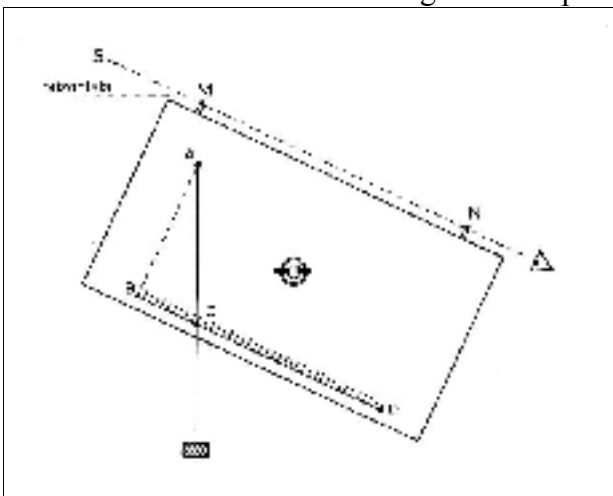


Figura 1

Problema 7 Altimetru

Se construiesc un altimetru folosind o placa de lemn de dimensiuni aproximativ 48x24 cm si de grosime 1 cm. Pe o latura a acestuia se fixeaza doua fante rotunde care au rol de catare (M si N) si care permit vizualizarea unei obiect ceresc, S, in lungul lor. Pe placa se deseneaza (sau se lipeste) o hartie milimetrica paralela cu MN, (linia BD). In punctul A, aflat la o distanta de 20 cm de B, se fixeaza un fir cu plumb. Tot sistemul se poate monta pe un stativ rigid care sa permita rotatia placii de lemn in plan vertical in jurul punctului figurat in centrul placii, si de asemenea, in plan orizontal. Sistemul de prindere de stativ trebuie sa permita atat rotatia pe doua directii cat si fixarea lui rigida intr-o pozitie data, atunci cand este necesar.



O varianta mai simpla dar mai putin precisa se poate realiza folosind un carton gros, un sistem de vizare MN realizat dintr-un tub tot din carton si fixat pe marginea cartonului si care are lipit pe o parte a lui o coala de hartie milimetrica. Varianta cea mai simpla este aceea a unui raportor care are prevazut un orificiu in centrul lui din care pleaca un fir cu plumb. Sistemul se utilizeaza pentru determinarea aproximativa a altitudinii unei stele. Se poate folosi in cazul unor excursii.

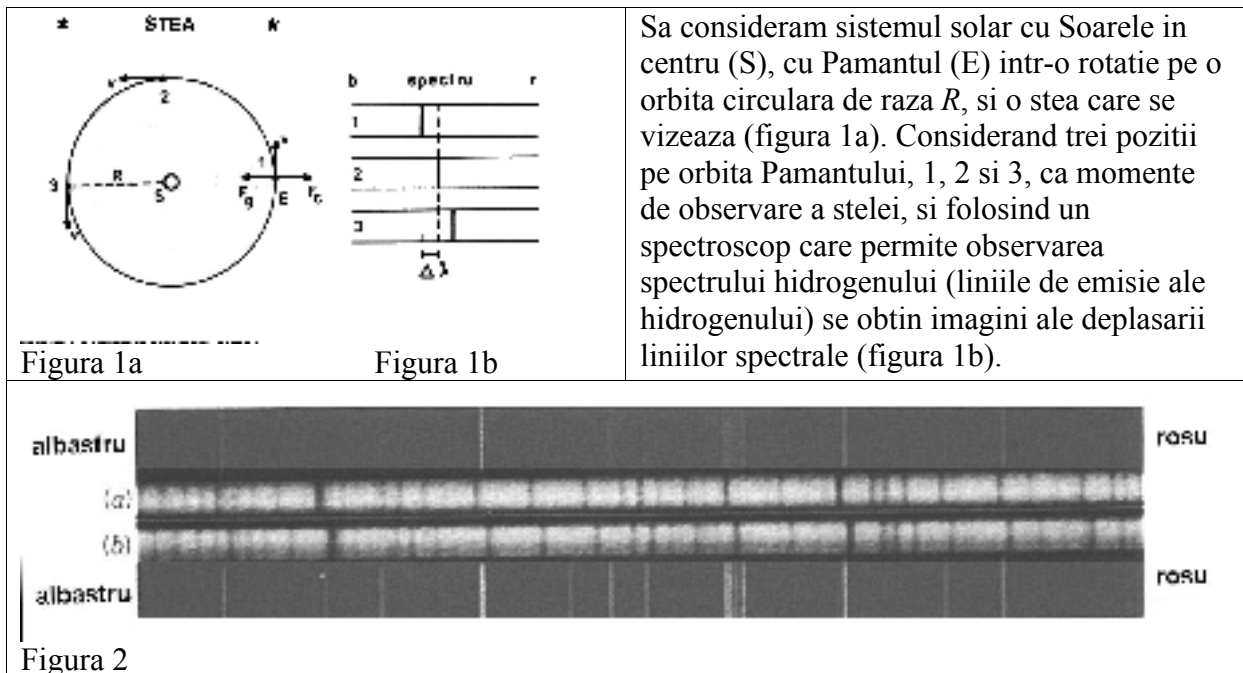
- Folositi instrumentul pentru a va calibra deschiderile unghiulare ale diferitelor parti ale extremitatilor mainii.
- Determinati altitudinea Stelei Polare.

Problema 9 Determinarea miscarii corpurilor ceresti folosind efectul Doppler

Efectul Doppler este modificarea (cresterea sau micșorarea) frecvenței unei radiații electromagnetice din cauza mișcării relative (apropiere sau îndepărtare) a sursei față de observator. Lungimea de undă λ a radiației emise apare modificată la recepție cu $\Delta\lambda$ conform relației:

$$\Delta\lambda/\lambda = v/c$$

unde v este proiecția vitezei relative pe direcția de observare.



- In figura 2 sunt prezentate imagini reale ale acestor deplasări fotografiate pe film fotografic.
- Masuratorile indica o deplasare $\Delta\lambda = 0,05 \text{ nm}$ pentru radiația de lungime de undă de 500 nm . Sa se determine viteza orbitală a Pământului în jurul Soarelui folosind aceste măsurători.
 - Sa se explice de ce linia în poziția 2 nu este deplasată.
 - Folosind valoarea determinată pentru viteza orbitală a Pământului, sa se determine distanța până la Soare.
 - Cunoscând constanta universală a gravitației ($G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$) sa se determine masa Soarelui.

Problema 10

Comparatie intre nordul geografic si cel magnetic.

a) Faceti pe o hartie milimetrica o schita a careului si a cladirilor din jur. Asezajati in interiorul careului, aflati cu ajutorul busolei directiile principalelor elemente ale careului si a caldirilor din jur (colt, use, ... ceea ce doriti). Notati-le pe schita impreuna cu roza vanturilor.

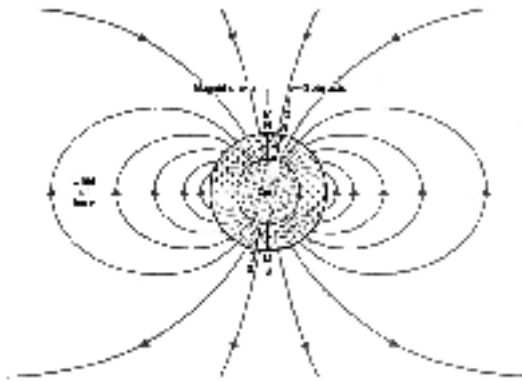


Figura 1

b) Determinati nordul geografic utilizand Steaua Polara. Determinati nordul magnetic utilizand o busola. Estimati unghiul dintre cele doua directii. Desenati pe aceeași schita a careului, nordul magnetic determinat cu busola. In figura 1 se prezinta cele doua directii amintite.

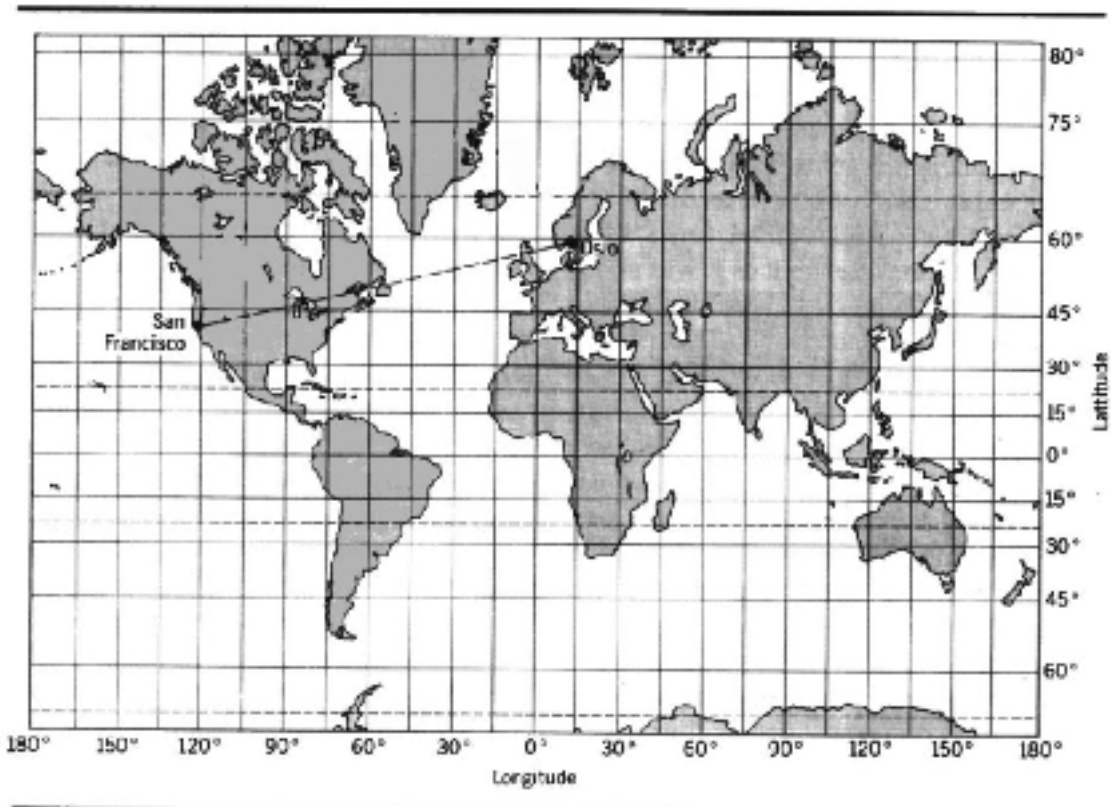
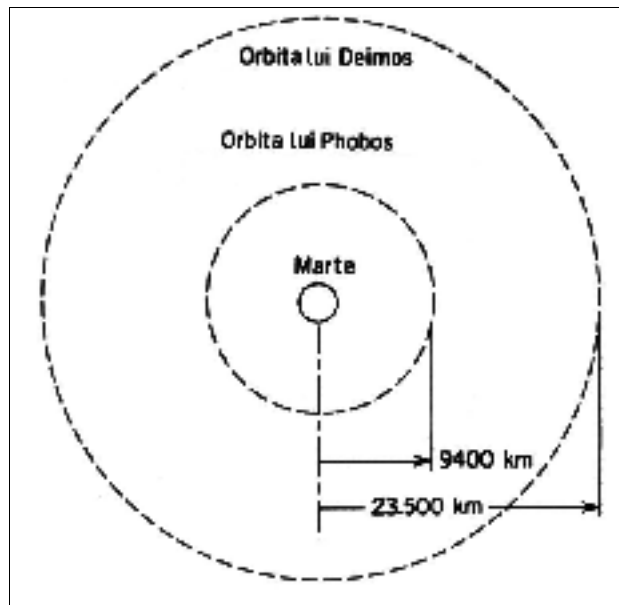


Figura 2

c) Planiglobul reprezintă o hartă a globului terestru desfășurată în proiecție cilindrică (figura 2). Determinati ruta de minima lungime pe harta planiglobului din figura, între Oslo și San Francisco pe care un avion a trebui să o urmeze și desenați-o pe harta.

Problema 11

Mecanica cereasca si legile lui Kepler aplicate la satelittii lui Marte: Phobos si Deimos



Sa se completeze tabelul de mai jos:

Nume	Semiaxa mare in u.a.	Semiaxa mare in km	Perioada de revolutie in zile	Diametrul la ecuator in km	Masa	Albedo
Marte	1,523	$227,9 \cdot 10^6$ km	687,0 zile	6787	0,107 din masa Pamantului	0,15
Phobos		9400		24	$1,8 \cdot 10^{-7}$ din masa Lunii	0,07
Deimos		23500		14	$2,4 \cdot 10^{-8}$ din masa Lunii	0,07
Luna		$384,4 \cdot 10^3$ km	27,32	3476	$7,35 \cdot 10^{22}$ kg	0,12
Pamantul	1	u.a. = $149,6 \cdot 10^6$ km	365,3	12.756	$5,974 \cdot 10^{24}$ kg	0,37

Problema 12

Miscarea pe o elipsa este cel mai bine exemplificata de o cometa. Pentru cazul de fata ne vom referi la vestita cometa Halley. Traiectoria ei si elementele tipice ale ei sunt date in figura 1. In figura 2 putem vedea o imagine a cartii originale ale lui Halley, iar in figura 3 se prezinta elementele geometrice ale unei elipse.

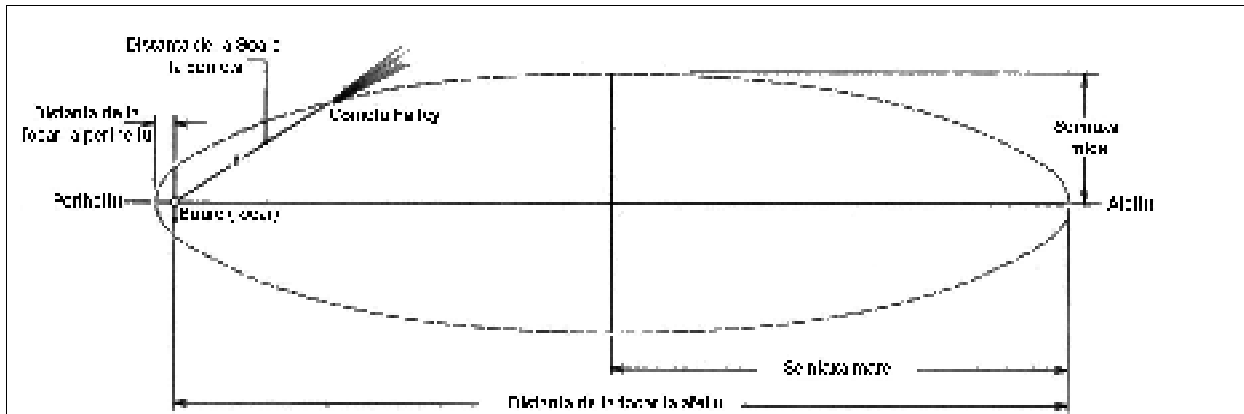


Figura 1

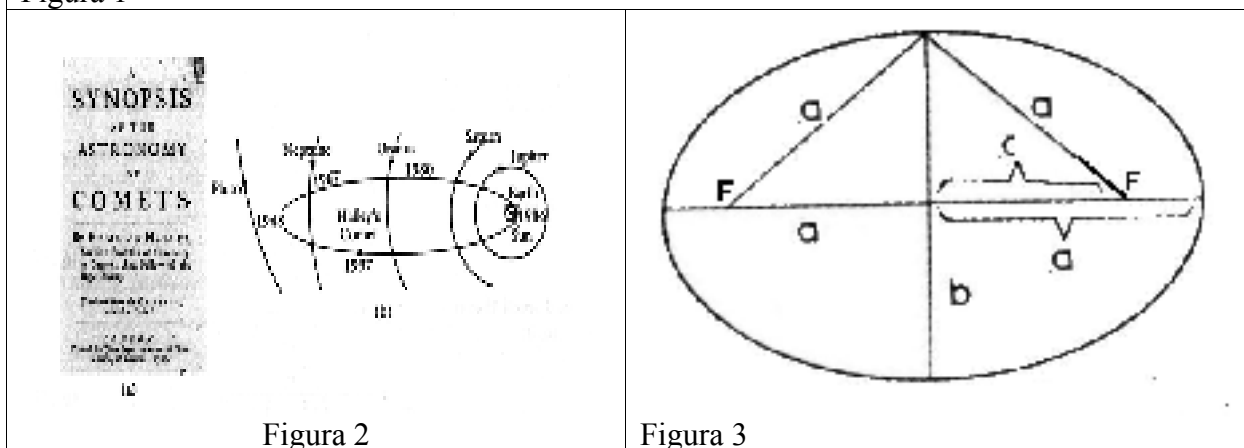


Figura 2

Figura 3

- Definiti parametri geometrici ai elipsei si scrieti formula care defineste excentricitatea ei functie de parametrii elipsei.
- Scrieti energia totala (cinetica plus potentiala) pe care o are o cometa in miscarea ei in jurul Soarelui. Deoarece miscarea este pe o elipsa (adica pe o curba inchisa si nu una deschisa cum ar fi parabola sau hiperbola) energia totala este negativa.
- Deduceti viteza cometei pe traiectoria ei eliptica stiind ca energia totala a cometei este constanta pentru o elipsa data si are expresia $E = -\frac{GMm}{2} \cdot \frac{1}{a}$.
- Trasati o elipsa (corecta) pe hartia milimetrice si desenati pozitiile succesive ale cometei pentru intervale egale de timp luand in considerare legea a doua a lui Kepler si anume ca ariile descrise de vectorul de pozitie a cometei in intervale egale de timp sunt egale.
- Stiind ca orice cometa orbiteaza la fel ca si Pamantul in jurul Soarelui, sa se deduca semi-axa mare a cometei Halley si distanta maxima a ei fata de Soare, stiind ca perioada ei de revolutie este de 76,1 ani.

Problema 13 Miscarea planetelor.

Miscarea planetelor exterioare, probleme de aliniere, perioada de revolutie functie de raza, legile lui Kepler

In figura 1A se prezinta cazul ipotetic in care planetele se misca in jurul Soarelui ca un tot (disc rigid).

In figura 1B se prezinta miscarea planetelor in jurul Soarelui dupa legile lui Kepler.

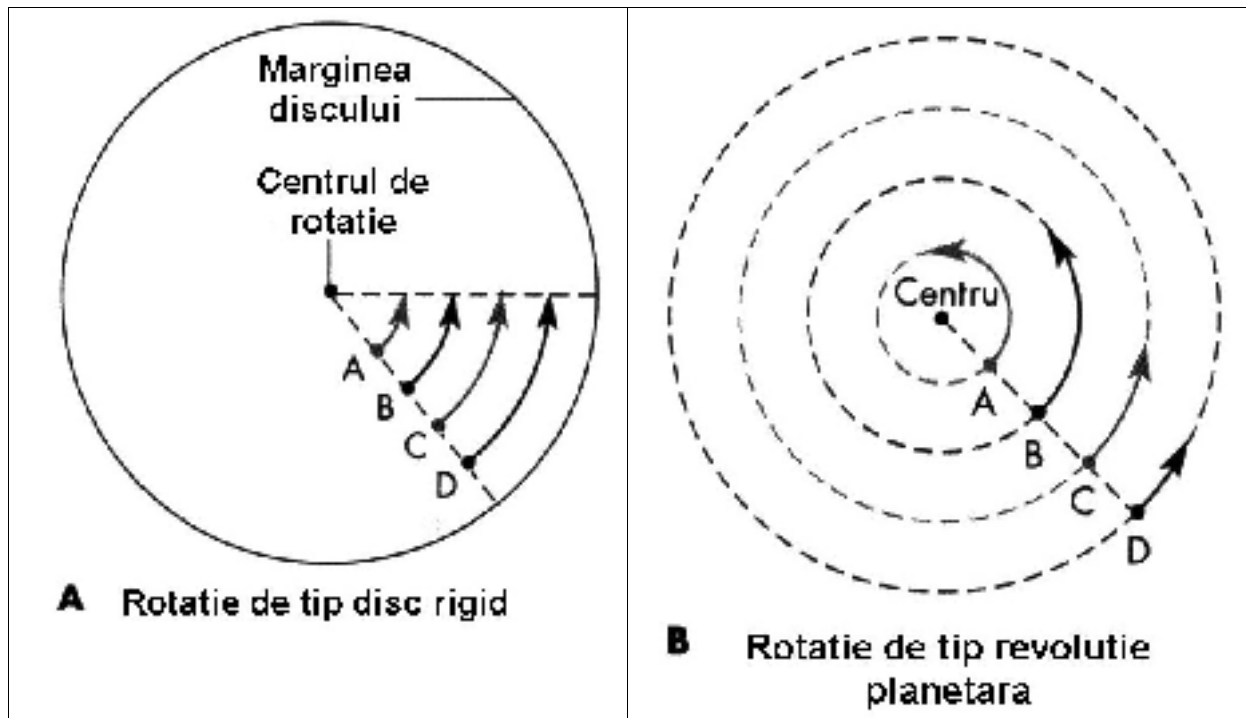


Figura 1

a) Sa se reprezinta grafic dependenta vitezei orbitale de distanta de la centru pentru cazul ipotezei discului rigid si

b) idem pentru cazul rotatiei kepleriene.

Se va utiliza legea a treia a lui Kepler, iar razele orbitelor planetelor se vor lua multiplu intreg de o unitate data (asa cum sunt prezentate in cele doua figuri).

Problema 16 Determinarea dimensiunii si inaltimei craterelor de pe Luna.

a) Determinati diametrele unor cratere de pe Luna, stiind ca diametrul Lunii in fotografie este de 534 mm, iar diametrul real al Lunii este de 3476 km

b) Inn figura 1 se prezinta geometria umbrei pe suprafata lunii care permite calculele. Pe o fotografie a Lunii la primul patrar determinati inaltimea unui crater (folosind rezultatele obtinute la punctul (a) se poate calcula in km) (figura 2).

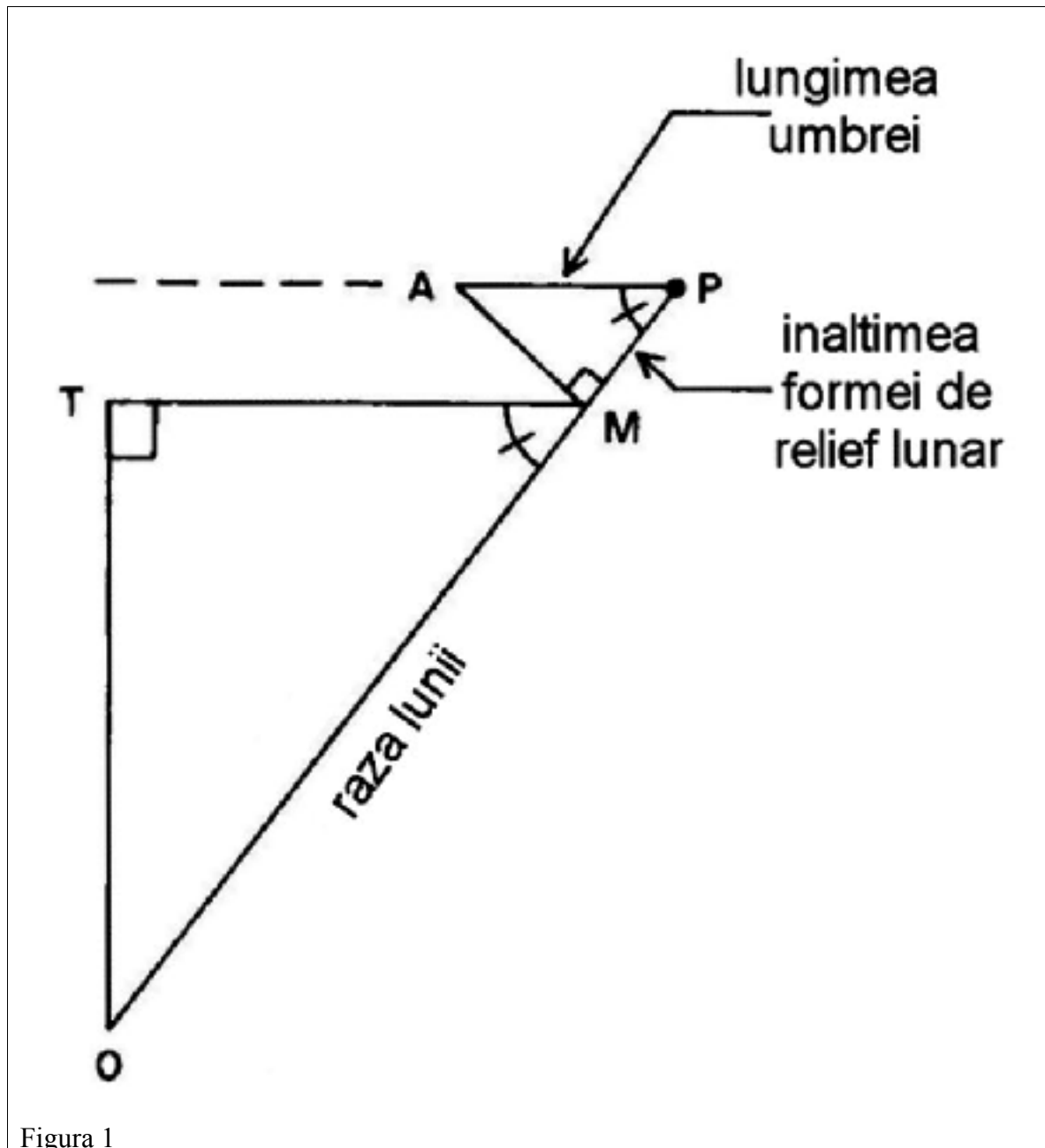


Figura 1

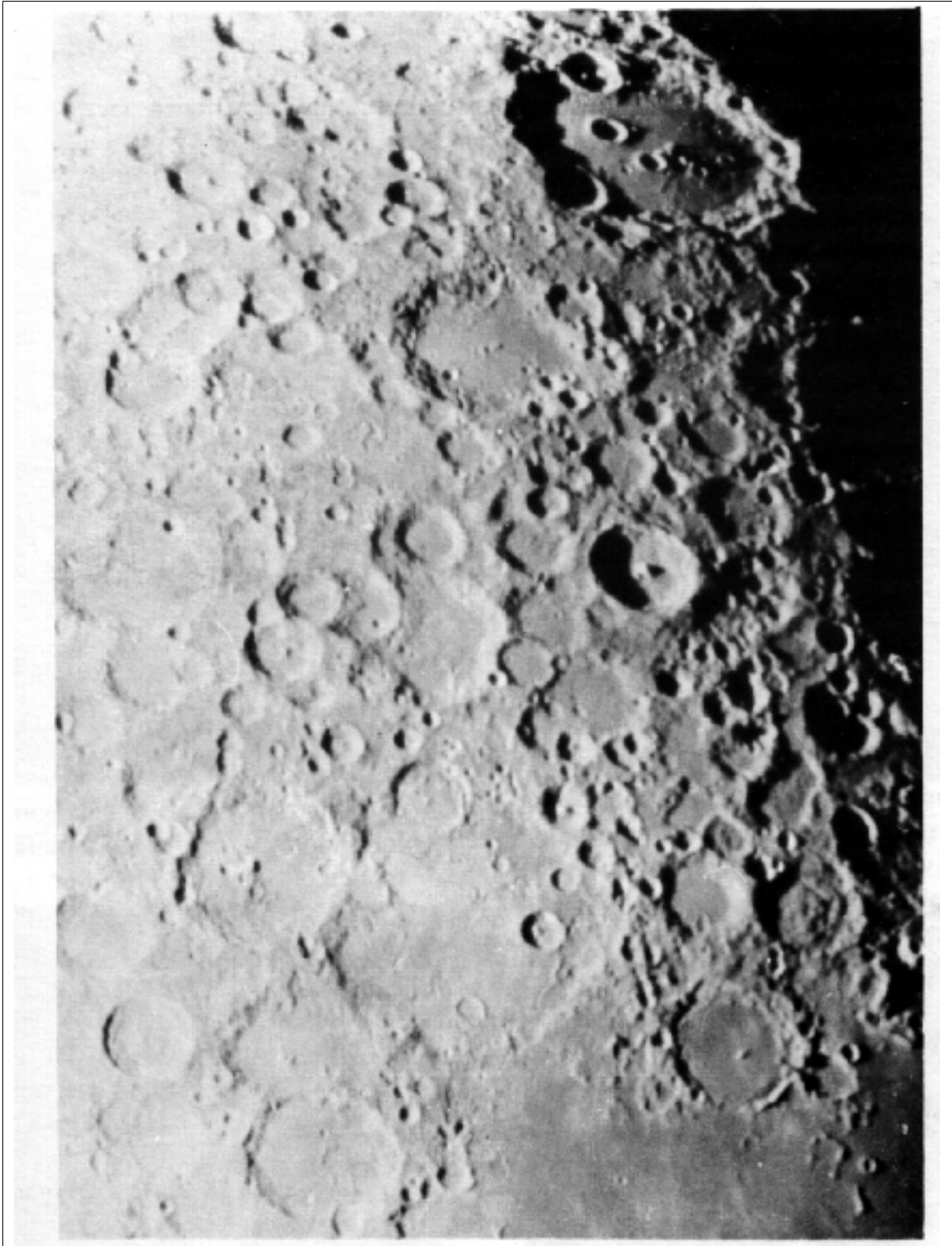
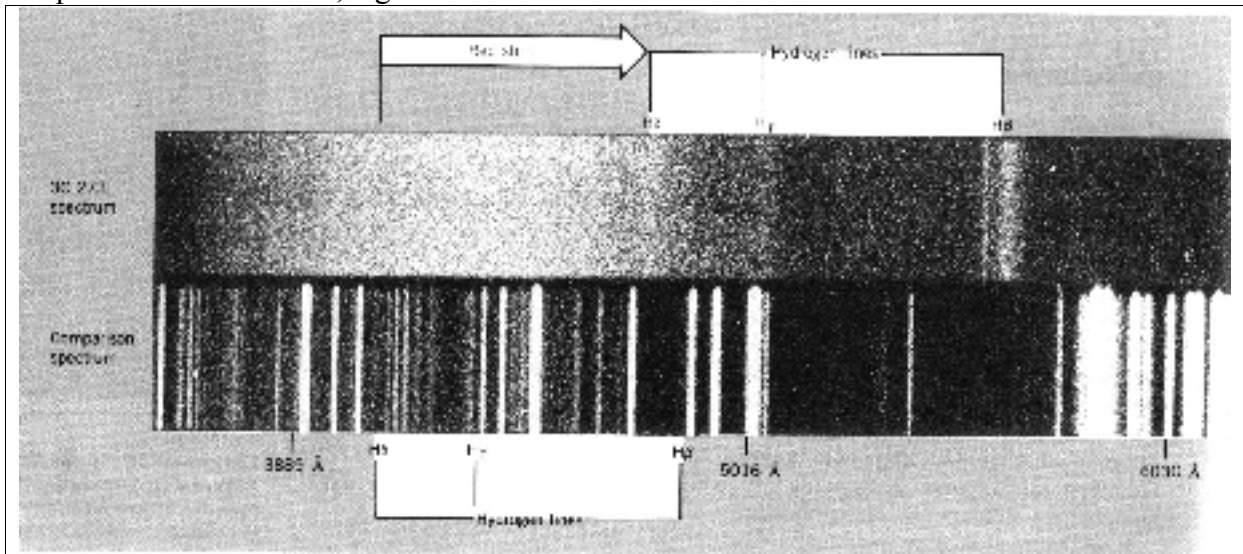


Figura 2.

Problema 17

Expansiunea universului, legea lui Hubble



Zeilik

Problema 19

Trajectoriile si parametrii sistemului de sateliti ai lui Uranus

Intr-o fotografie (negativ) luata prin telescop se vad cei cinci sateliti ai lui Uranus (figura 1):

- Sa se explice motivul pentru care satelitul lui Jupiter nu pot fi vazuti intr-o imagine echivalenta acesteia;
- Sa se determine distantele unghiulare relative ale satelitilor utilizand imaginea de fata;
- Stiind ca distanta Pamant-Uranus este de 19,19 u.a. ($2,87 \cdot 10^9$ km) sa se calculeze razele orbitelor satelitilor lui Uranus presupunand ca orbitele sunt circulare;
- Stiind aceste date sa se determine perioadele de rotatie ale satelitilor in jurul planetei.

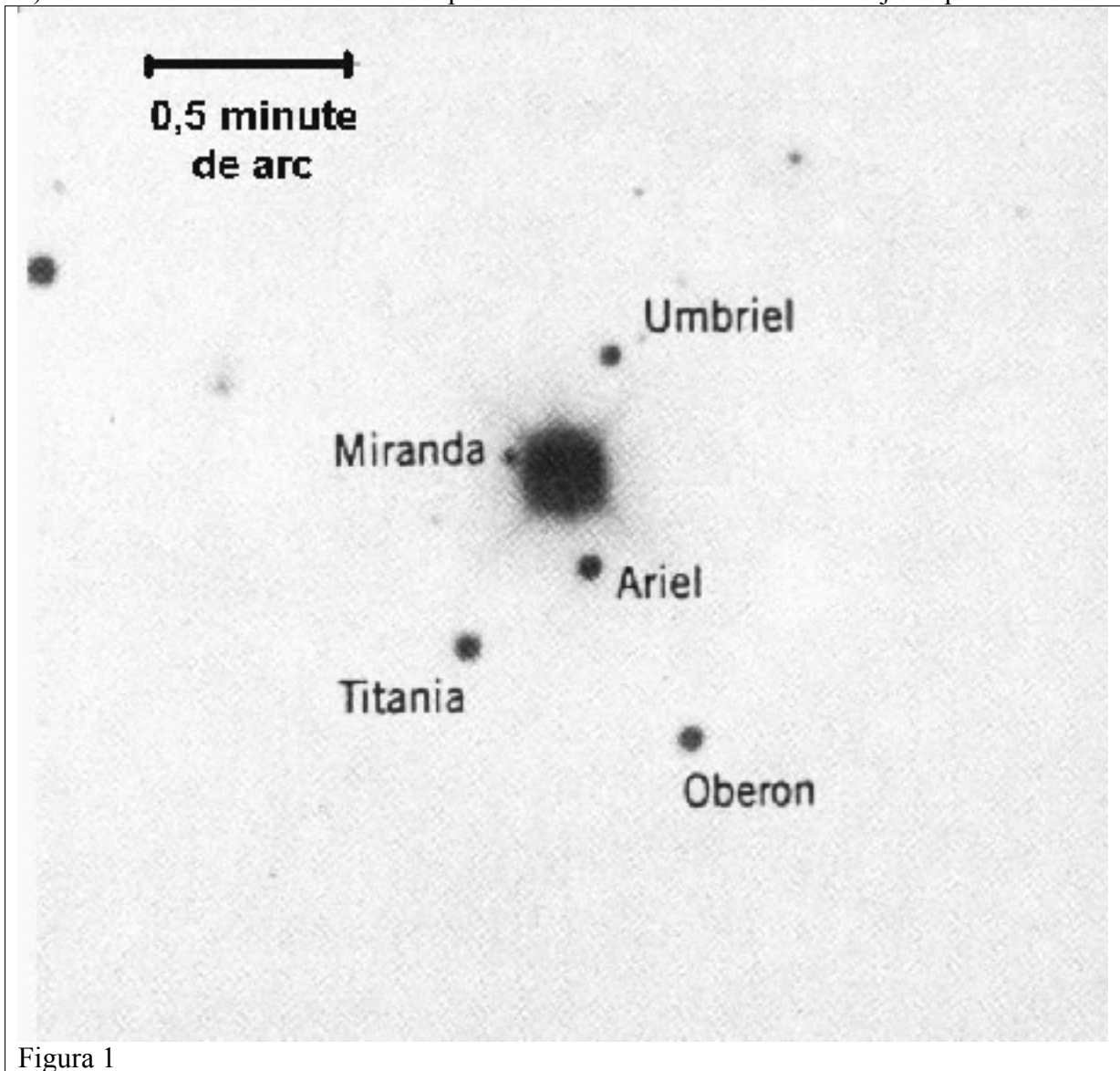


Figura 1

Se dau:

- Masa Uranus = 14,5 mase pamantesti
- Masa Pamantului = $5,97 \cdot 10^{24}$ kg

Problema 20

Circuitul electric al unui detector de lumina (fotometru) simplu este prezentat in figura 1.

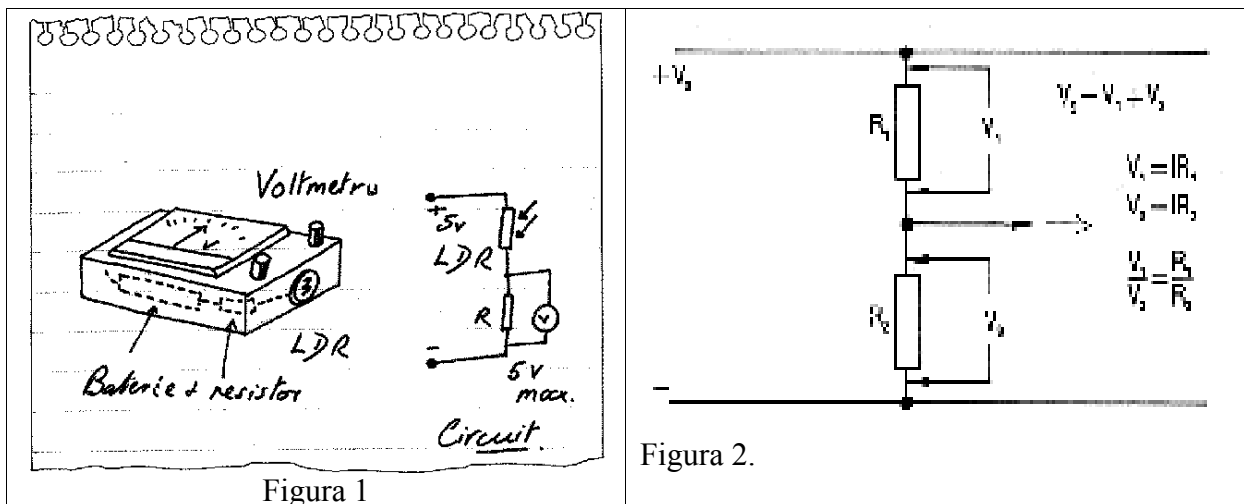


Figura 1

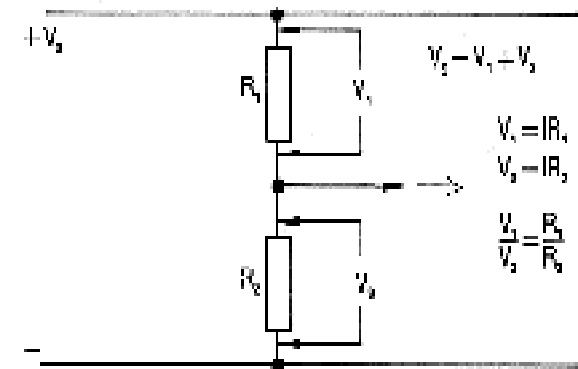


Figura 2.

In figura 2 este prezentat circuitul de masura sub forma schematica. Sa consideram ca rezistorul R_1 este un fotorezistor, care isi modifica rezistenta sub influenta luminii. In acest caz si tensiunea la bornele rezistorului R_2 se modifica, modificarea putand fi folosita pentru a masura cantitativ fluxul luminos care cade pe fotorezistor. Alegem o tensiune de alimentare U si considerand ca fotorezistorul are o caracteristica data de o formula de forma:

$$R = a/(b+\Phi)$$

unde a si b sunt constante iar Φ este fluxul de lumina exprimat in unitati arbitrare. Se considera ca fluxul luminos variaza doua ordine de marime.

- Sa se aleaga rezistorul R_2 astfel incat sa obtinem o sensibilitate maxima
- Cum va depinde semnalul de iesire de fluxul luminos?

Problema 24
Meteoriti



Figura 1



Figura 2a

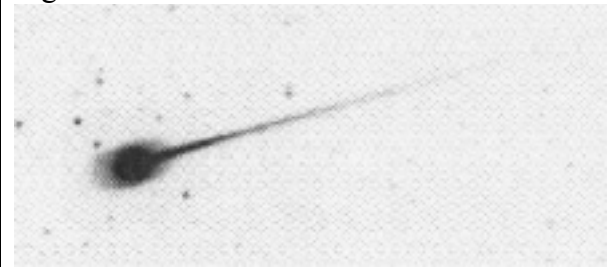


Figura 2b

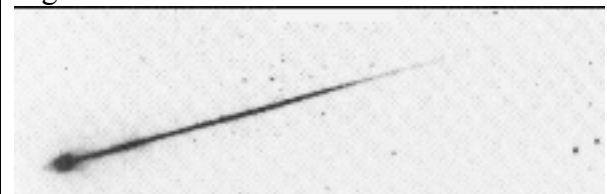


Figura 2c

- a) Analizind imaginea din figura 1 sa se determine care este interval de timp in care meteoriti din fotografie au fost vizibili.
- b) In figurile 2a, 2b si 2c sunt prezentate imagini (negative) ale unor meteoriti. Incercati sa explicati calitativ formele diferite ale acestor meteoriti.

Constante

Nume	Semiaxa mare in ua	Semiaxa mare in km	Perioada de revolutie in zile	Diametrul la ecuator in km	Masa	Albedo
Marte	1,523	227,9 10^6 km	687,0 zile	6787	0,107 din masa Pamantului	0,15
Phobos		9400	0,32	24	1,8 10^{-7} din masa Lunii	0,07
Deimos		23500	1,26	14	2,4 10^{-8} din masa Lunii	0,07
Luna		384,4 10^3 km	27,32	3476	7,35 10^{22} kg	0,12
Pamantul	1	u.a. = 149,6 10^6 km	365,3	12.756	5,974 10^{24} kg	0,37

Cele mai apropiate 10 stele de Soare

Steaua	Stralucire aparenta (relativ la Mizar)	Log (starlucire aparenta)	Magnitudine vizuala aparenta
Proxima centauri	2,54. 10^{-4}	-3,60	11,05
Cen A	6,72.	0,83	-0,01
Cen B	1,96.	0,29	1,33
Steaua lui Barnard	1,02. 10^{-3}	-2,99	9,54
Wolf 359	2,58. 10^{-5}	-4,59	13,53
BD+36 2147	6,66. 10^{-3}	-2,18	7,50
L726-8=A	6,56. 10^{-5}	-4,18	12,52
UV Cet=B	4,12. 10^{-5}	-4,38	13,02
Sirius A	2,55. 10^1	1,41	-1,46
Sirius B	2,20. 10^{-4}	-3,66	11,2

Johnsn & Canerna Laboratory experiments for astronomy, CBS College Publ. 1987, p.6