
Cod. 5655
**IL SOLE, LA TERRA
E LA LUNA**



OPTIKA S.r.l.

Via RIGLA, 30 – 24010 PONTERANICA (BERGAMO) – Italia
Tel. +39 035 571392

www.optikascience.com

info@optikascience.com

AVVERTENZA

Le piccole differenze tra le caratteristiche dei pezzi componenti la collezione e i disegni che li rappresentano, sono giustificate dall'aggiornamento tecnologico.

ARGOMENTI TRATTATI

1. IL SISTEMA SOLARE
2. SCOMPOSIZIONE DELLA LUCE SOLARE
3. LA FORMA DELLA TERRA
4. POLI, MERIDIANI E PARALLELI
5. IL MAGNETISMO TERRESTRE
6. L'ORIENTAMENTO
7. I MOTI DELLA TERRA
8. IL MOTO APPARENTE DEL SOLE
9. IL DÍ E LA NOTTE
10. L'ALTEZZA DEL SOLE DURANTE IL GIORNO
11. LA MISURA DEL TEMPO
12. I FUSI ORARI
13. LA MERIDIANA
14. SE L'ASSE TERRESTRE NON FOSSE INCLINATO
15. CONSEGUENZE DELL'INCLINAZIONE DELL'ASSE TERRESTRE
16. L'IRRAGGIAMENTO SOLARE SULLA SUPERFICIE TERRESTRE
17. LE STAGIONI
18. IL SATELLITE DELLA TERRA - LA LUNA
19. LE FASI LUNARI
20. LE ECLISSI

N° Esperienze eseguibili: 25

ELENCO DEL MATERIALE

Q.tà	Descrizione	Cod.
01	Cordicella	0015
01	Morsetto doppio per aste	0159
01	App. per lo studio del sole	2074
01	Supporto sistema solare	7100
01	Base per sistema Terra-Luna	7101
01	Tubo per visione	7102
01	Disco dell'orizzonte	7103
01	Perno lineare diam. 3 mm	7104
01	Modello dei raggi solari	7105
01	Globo terrestre con magnete	7106
01	Asta metallica 10x250	7108
01	Proiettore ottico	7109
01	Disco orario	7110
01	Freccia con clip	7111
01	Serie di 4 cartellini	7112
01	Perno inclinato di 23°	7113
01	Goniometro con ago	7114
01	Braccio con Luna	7115
01	Modello di meridiana	7121
01	Disco delle fasi	7117
02	Omini	7118
01	Gnomone	7119
01	Guida alle esperienze	
02	Box	

DESCRIZIONE DEL MATERIALE



0015



0159



7100



7104



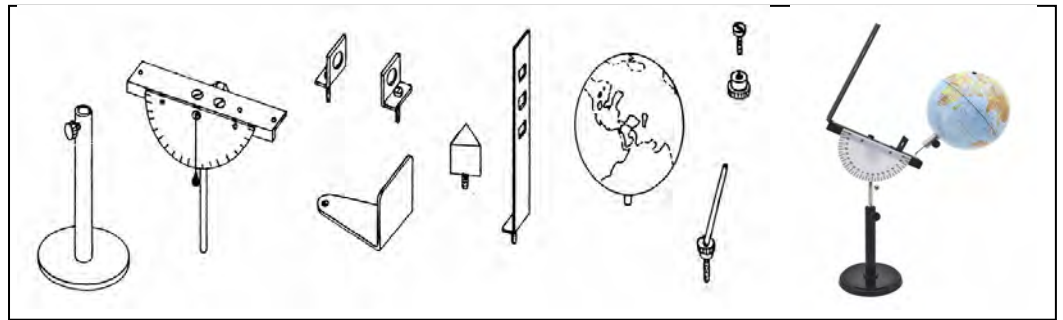
7108



7112



7121



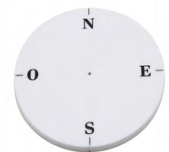
2074



7101



7102



7103



7106



7111



7105



7109



7110



7113



7114



7115



7117



7119



7119

INTRODUZIONE STORICA

Come per le altre scienze, è impossibile risalire alle origini dell'astronomia. Possiamo immaginare che per l'uomo primitivo che si dibatteva fra mille pericoli nell'affannosa ricerca di cibo e di un riparo sicuro, i fenomeni che lo circondavano erano pieni di mistero e lo riempivano di angoscia e di timore.

D'altra parte fenomeni quali l'alternarsi del dì e della notte, l'alternarsi delle stagioni, le fasi lunari ecc. hanno profondamente influenzato la sua esistenza in quanto gli hanno consentito di misurare lo scorrere del tempo, di orientarsi nei suoi spostamenti e di stabilire opportuni criteri per ottenere i migliori frutti della terra.

In un primo tempo l'uomo non ha saputo dare una corretta spiegazione di questi fenomeni, la cui natura gli era del tutto sconosciuta. Ecco allora che egli ricorse all'interpretazione magico - mitologica. Così allora in coincidenza con l'eclisse di Sole avrà pensato che le divinità erano in collera con lui e quindi, per placarne le ire, sacrificava animali sugli altari. Alla conclusione del fenomeno avrà quindi pensato che le divinità avevano accolto il suo sacrificio in modo benigno. Per lungo tempo i popoli antichi non riuscirono a disgiungere la realtà dal mito.

Lo studio razionale dei fenomeni celesti ha origini antichissime, che risalgono al terzo millennio a.C. Esso ha preso l'avvio dall'astrologia che cercava un nesso tra il destino dell'uomo e la posizione degli astri al momento della sua nascita. Più tardi l'astronomia fiorì presso le civiltà mediterranee. Fu soprattutto in Grecia che, a partire dal quinto secolo a.C. furono compiute osservazioni sempre più numerose e precise, e vennero concepiti alcuni sistemi del mondo.

Il primo e più importante fu quello delle sfere omocentriche, ideato da Eudosso di Cnido nel 500 a.C. e perfezionato nel 300 a.C. da Aristotele. Col decadere della cultura greca gli studi astronomici si trasferirono ad Alessandria d'Egitto dove vennero compiute ulteriori osservazioni da altri astronomi. L'ultimo e più famoso fra questi fu **Tolomeo**, vissuto nel II secolo d.C. il quale raccolse il patrimonio di nozioni dell'astronomia antica in un celeberrimo trattato, l'*Almagesto*, che, tradotto dapprima dal greco in arabo e quindi dall'arabo in latino, diffuse in tutta Europa il sistema tolemaico del mondo.

Secondo tale teoria tutti i pianeti si muovevano di moto uniforme su orbite circolari, i centri delle quali coincidono con la Terra, che viene così a trovarsi al centro dell'Universo. Per queste ragioni il sistema tolemaico è definito anche **sistema geocentrico**. Esso fu adottato come verità assoluta dalla Chiesa Cattolica romana.

Nel 1543 l'astronomo polacco **Nicola Copernico** pubblicò un'opera nella quale veniva enunciata una nuova teoria astronomica in netta contrapposizione a quella tolemaica. Nel sistema da lui elaborato al centro dell'Universo era il Sole e non la Terra la quale, così come tutti i pianeti, era animata da due movimenti: uno di rivoluzione intorno al Sole e uno di rotazione intorno al proprio asse.

Per questo motivo il sistema copernicano viene anche chiamato **sistema eliocentrico**. Una teoria così decisamente innovatrice rispetto alle convinzioni dominanti a quel tempo non mancò di suscitare opposizioni e dispute, sia da parte di studiosi che di religiosi cattolici e di riformatori protestanti. Martin Lutero, ad esempio, arrivò a tacciare di pazzia Copernico perché le sue enunciazioni erano in contrasto con la Bibbia. In favore della teoria copernicana di schierarono invece l'astronomo tedesco Keplero e l'italiano Galileo Galilei, il quale per avere diffuso pubblicamente il sistema copernicano fu processato e condannato dalla Chiesa Cattolica nel 1633.

La storia però ha fatto giustizia di questa condanna, in quanto i mezzi di osservazione che il progresso tecnologico ha messo a disposizione degli astronomi non solo hanno fornito una conferma sperimentale del sistema copernicano, ma hanno ampliato enormemente i confini delle nostre conoscenze dell'Universo.

1) IL SISTEMA SOLARE

Il Sole gira intorno alla Terra oppure è la Terra che orbita intorno al Sole? Fino a quattrocento anni fa si credeva che la Terra fosse ferma al centro dell'Universo e il Sole e gli altri cinque pianeti conosciuti (Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno) le orbitassero intorno. Oggi invece, aiutati da potenti telescopi e dall'utilizzo di sonde interplanetarie, sappiamo che il Sistema Solare è formato da nove pianeti, compresa la Terra, che orbitano intorno al Sole e da altri corpi celesti che qui di seguito troverai indicati:

Il Sole. La nostra stella che ci illumina e ci riscalda, a confronto con le altre stelle è un corpo di media grandezza, ma rispetto alla Terra è semplicemente gigantesco. Se la Terra fosse grande come una capocchia di fiammifero, il Sole sarebbe grande come un pallone da calcio. Il Sole, come tutte le stelle, è un'immensa fornace: la temperatura della sua superficie arriva ai 6000 gradi centigradi, mentre il nucleo arriva a toccare i 15 milioni di gradi. Il combustibile in grado di sprigionare l'immensa energia che alimenta il Sole è l'idrogeno, un gas che attraverso la fusione nucleare sviluppa un'enorme quantità di energia.

I pianeti. La parola pianeta deriva dal greco "planetomai", che significa "errante" perché gli antichi astronomi notarono che, rispetto alla sfera celeste in cui le stelle sono fisse, questi astri invece si muovevano. In ordine di distanza dal Sole essi sono:

Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, Urano, Nettuno, Plutone.

I nomi dei pianeti derivano dalla mitologia greco-romana. Ad esempio Mercurio è chiamato così dal nome del veloce messaggero degli dei, ed in effetti questo pianeta è il più veloce di tutti: effettua un giro intorno al Sole in soli 88 giorni, mentre la Terra impiega 365 giorni, ovvero un anno. Marte è anche il nome del dio della guerra, perché il pianeta appare di colore rossastro, come il sangue. Saturno invece deve il suo nome al dio del tempo, perché fra i pianeti conosciuti dagli antichi era il più lento nel suo cammino intorno al Sole. Nei secoli scorsi gli astronomi hanno scoperto Urano, nel 1781, Nettuno nel 1846 e Plutone nel 1930.

I satelliti dei pianeti. Come la Terra ha un satellite che orbita intorno ad essa, così anche altri pianeti hanno uno o più satelliti che orbitano intorno a loro, come sistemi solari in miniatura. Mercurio e Venere non hanno satelliti, la Terra ne ha uno solo, Marte due, Saturno ne ha ben 18. Il numero totale dei satelliti dei pianeti del sistema solare ammonta a 61.

Gli asteroidi. Sono massi rocciosi del diametro di qualche chilometro, la maggior parte di essi orbita tra Marte e Giove, ma alcuni giungono addirittura a sfiorare la Terra, e costituiscono un serio pericolo perché se colpissero il nostro pianeta sarebbe la fine per la maggior parte delle specie viventi. La scomparsa dei dinosauri, avvenuta 65 milioni di anni fa, è probabilmente dovuta alla caduta di un grosso asteroide. L'ipotesi sarebbe confermata dalla scoperta di un grosso cratere nello Yucatan (Messico) che risale proprio a 65 milioni di anni fa.

Le comete. Sono ammassi di ghiaccio e rocce: in parole povere sono delle montagne vaganti di neve sporca. Il loro diametro varia tra 1 km e 100 km, ma dopo ogni passaggio vicino al Sole il loro spessore si riduce di qualche chilometro. Infatti il calore sprigionato dalla nostra stella fa fondere il ghiaccio trasformandolo in una nube gassosa: è la caratteristica "chioma", sempre puntata in direzione opposta al Sole, quasi fosse "soffiata" via lontano dal nucleo. L'orbita delle comete non è quasi circolare come quella dei pianeti, ma è fortemente ellittica: questo significa che dopo ogni avvicinamento al Sole le comete sembrano scomparire nelle profondità del sistema solare per riapparire dopo decine o centinaia di anni. È per questo che la loro natura periodica rimase nascosta fino a quando l'astronomo inglese Edmund Halley, collega di Newton, usando proprio le sue leggi di gravitazione universale predisse che la cometa apparsa nel 1682 sarebbe riapparsa nel 1758. Avvenne proprio così, ed in suo onore la cometa venne battezzata col suo nome: si tratta della famosa cometa di Halley, apparsa l'ultima volta nel 1986 e che riapparirà nel lontano 2062.

Il Sistema solare si formò circa 5 miliardi di anni fa e durerà ancora per cinque miliardi di anni, cioè fino a quando il Sole, esaurita la riserva di idrogeno, si spegnerà. Probabilmente nell'Universo ci sono altri sistemi di pianeti intorno a moltissime stelle e forse qualche pianeta è abitato da forme di vita intelligenti, magari più evoluti della specie umana: si calcola che nella nostra Galassia ci siano almeno 30.000 pianeti abitati. Pensa che nell'universo ci sono almeno un miliardo di galassie come la nostra!

Facendo riferimento alla mappa del sistema solare allegata alla presente collezione esegui una rappresentazione in scala dei pianeti del sistema solare.

ESPERIENZA N. 1**MATERIALE OCCORRENTE**

1 Striscia di cartoncino cm 100x50
1 Filo lungo circa un metro
Pastelli o pennarelli

1 Compasso
1 Matita

- 1a Operazione:** distendi bene il cartoncino su un tavolo, traccia con la matita una riga orizzontale a 5 cm dal bordo inferiore e riporta le tacchette alle distanze rappresentate in tabella. Traccia poi una linea che divida a metà il foglio secondo la lunghezza.
- 2a Operazione:** per disegnare l'arco del Sole, lega il filo alla matita e fissa l'altra estremità del filo a 1 metro dal limite del foglio, come illustrato in figura 1.
- 3a Operazione:** disegna i cerchi dei pianeti puntando il compasso sulla riga in mezzo al foglio. I raggi dei pianeti si trovano in tabella. Colorali ispirandoti ai disegni sulla mappa del sistema solare. Se vorrai potrai disegnare una cometa, e colorare lo sfondo di nero o blu scuro.
- 4a Operazione:** unisci i pianeti con i rispettivi trattini, come illustrato in figura 2. Avrai così ottenuto una rappresentazione in scala dei pianeti secondo le dimensioni e, sulla riga in basso, secondo la distanza dal Sole.

PIANETI	RAGGIO (in cm)	DISTANZA (in cm)
Mercurio	0,4	1
Venere	0,9	1,8
Terra	1	2,5
Marte	0,53	3,9
Giove	11,2	13,1
Saturno	9,5	24,1
Urano	4	48,5
Nettuno	3,9	76
Plutone	0,2	100

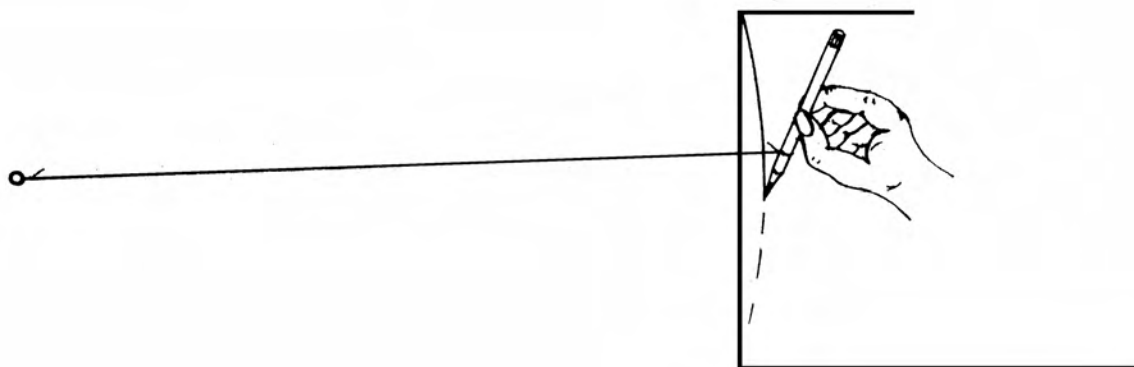


Fig. 1

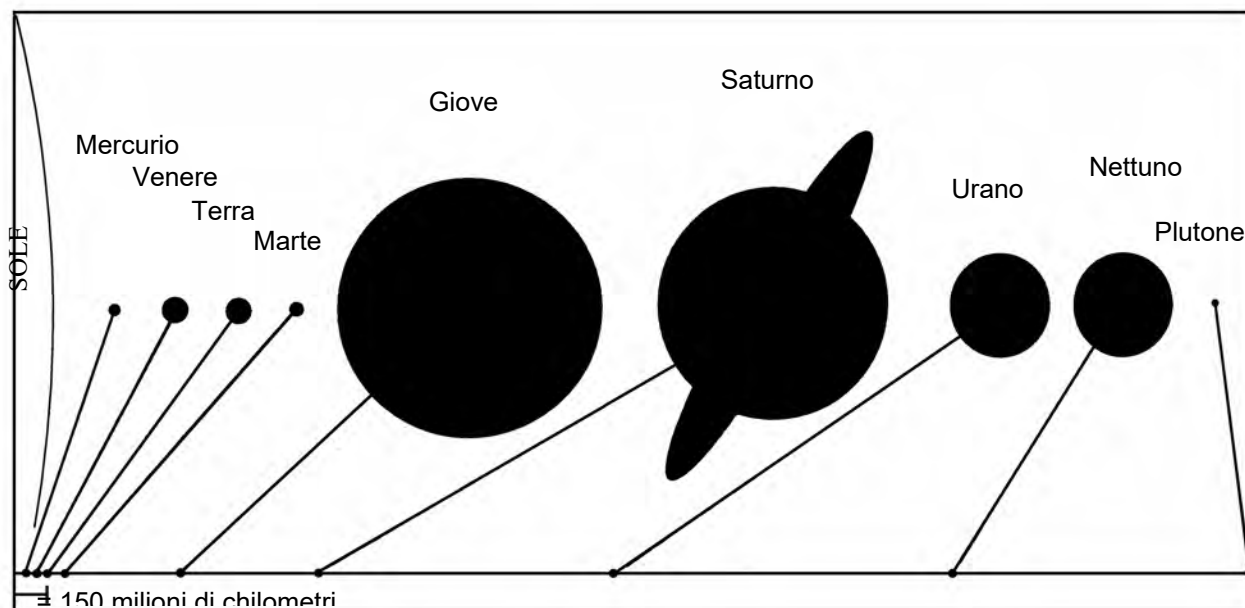


Fig. 2

Domanda: Sapendo che la distanza della Terra dal Sole è di 150 milioni di chilometri, qual è la distanza di Saturno dal Sole?

Risposta:

.....

.....

Domanda: Sapendo che la luce viaggia alla velocità di 300.000 chilometri al secondo, quanto tempo impiega la luce per viaggiare dal Sole alla Terra?

Risposta:

.....

.....

2) LA SCOMPOSIZIONE DELLA LUCE

Il Sole è la stella da cui dipende la vita sulla Terra. Infatti senza la sua luce ed il suo calore anche il nostro pianeta, come tutti gli altri pianeti del sistema solare, sarebbe un deserto privo di vita, freddo e buio. La luce del Sole ci appare bianca, ma in realtà il colore bianco deriva dalla sovrapposizione di tutti i colori.

All'alba e al tramonto, invece, il Sole appare di colore rossastro, questo avviene perché la sua luce deve attraversare uno strato più spesso di atmosfera: i gas e le particelle di polvere fanno diventare rossa la luce del Sole (fig. 3).

L'esperimento di scomposizione della luce solare venne realizzato da Isaac Newton mediante un prisma. Puoi verificarlo tu stesso eseguendo in una giornata di sole la seguente esperienza.

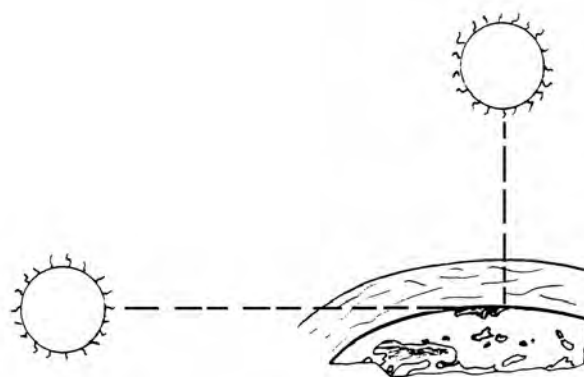


Fig. 3

ESPERIENZA N. 2

MATERIALE OCCORRENTE

1 Apparecchio per lo studio del Sole

1a Operazione:

allestisci l'apparecchio per lo studio del Sole nel modo indicato in figura 4, facendo in modo che la faccia bianca del prisma risulti parallela ai due schermetti forati.

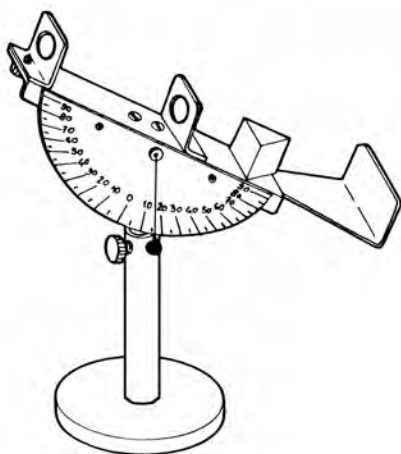


Fig. 4

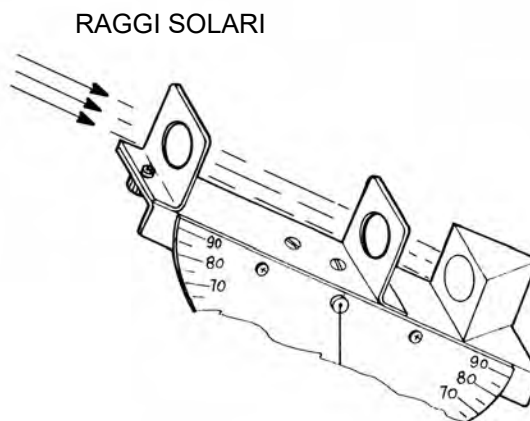


Fig. 5

2a Operazione:

disponi l'apparecchio sul davanzale di una finestra esposta al Sole. Inclina e ruota l'apparecchio fino ad ottenere sulla parte bianca del prisma ben nitida la traccia del cerchio. Sarai così sicuro di avere puntato lo strumento in direzione dei raggi del Sole (fig. 5).

3a Operazione:

facendo bene attenzione a non spostare lo strumento, ruota lentamente il prisma fino a portarlo nella posizione indicata in figura 6. Contemporaneamente ruota lo schermo bianco fino a fare apparire ben netto lo spettro della luce solare.

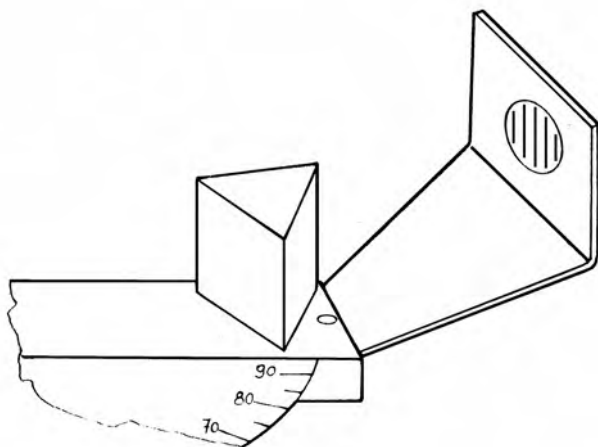


Fig. 6

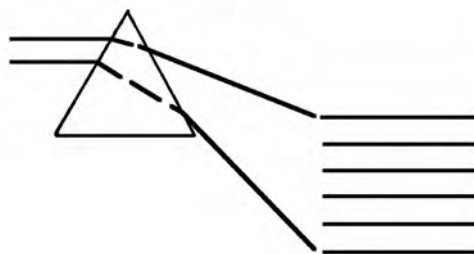


Fig. 7

Domanda: Quanti e quali colori riesci a distinguere nello spettro della luce solare? In ciascuna riga della figura 7 scrivi il corrispondente colore.

Risposta:

Domanda: Qual è il colore che viene deviato maggiormente? E quello meno deviato?

Risposta:

Domanda: Qual è il fenomeno naturale particolarmente suggestivo che riguarda la scomposizione della luce solare?

Risposta:

Domanda: Secondo te, in questo fenomeno da che cosa sono costituiti i prismi che scompongono la luce del Sole?

Risposta:

3) LA FORMA DELLA TERRA

É facile capire perché un tempo gli uomini pensassero che la Terra fosse piatta. Se gli scienziati non lo avessero scoperto, non avremmo mai saputo di camminare su una sfera. Se ci troviamo in aperta campagna infatti, o in mezzo al mare, anche il più lontano orizzonte appare dritto e piatto. Ma ora che possiamo volare alti nel cielo, possiamo vedere che l'orizzonte è curvo e le fotografie dallo spazio dimostrano, al di là di ogni dubbio, che la Terra è una sfera. Ma già nell'antichità c'erano degli indizi sufficienti a convincere alcuni pensatori che la Terra fosse un globo.

Perché ad esempio, le navi sparivano oltre l'orizzonte a mano a mano che si allontanavano?

Perché alcune stelle sparivano quando si navigava verso sud? E perché l'ombra della Terra sulla Luna era rotonda? Puoi simulare uno di questi fenomeni eseguendo la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 3

MATERIALE OCCORRENTE

1 Perno lineare	1 Supporto sistema Terra - Luna
1 Globo terrestre	1 Tubo per visione

- 1a Operazione:** ritaglia da un cartoncino bianco la sagoma di una barca a vela (fig. 8).
- 2a Operazione:** infila nel supporto il perno lineare e fissalo stringendo il godrone. Infila quindi nel perno il globo terrestre.
- 3a Operazione:** invita un tuo compagno a fare scorrere il modellino di barchetta lungo il globo terrestre. Tu osserva nel contempo l'apparire della barchetta tramite il tubo per visione, come indicato in figura 9.

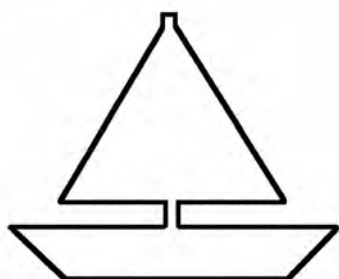


Fig. 8



Fig. 9

Domanda: Quale parte della barca vedi per prima?

Risposta:

.....

.....

Domanda: Quali conclusioni si possono trarre sulla forma della Terra?

Risposta:

.....

.....

Domanda: Se invece la Terra fosse piatta, come vedresti la barchetta in avvicinamento?

Risposta:

.....

.....

Il filosofo greco Aristotele, vissuto circa 350 anni prima di Cristo, aveva già intuito che la Terra avesse forma sferica osservando che durante le eclissi di Luna l'ombra della Terra sulla Luna era circolare in qualunque periodo dell'anno. Se invece la Terra fosse stata piatta, tale ombra avrebbe avuto forme diverse. Lo puoi verificare anche tu eseguendo la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 4

MATERIALE OCCORRENTE

1 Supporto sistema Terra - Luna	1 Globo terrestre
1 Perno lineare	1 Asta metallica
1 Morsetto	1 Proiettore ottico
1 Disco dell'orizzonte	1 Supporto universale

1a Operazione: allestisci il dispositivo nel modo indicato in figura 10.

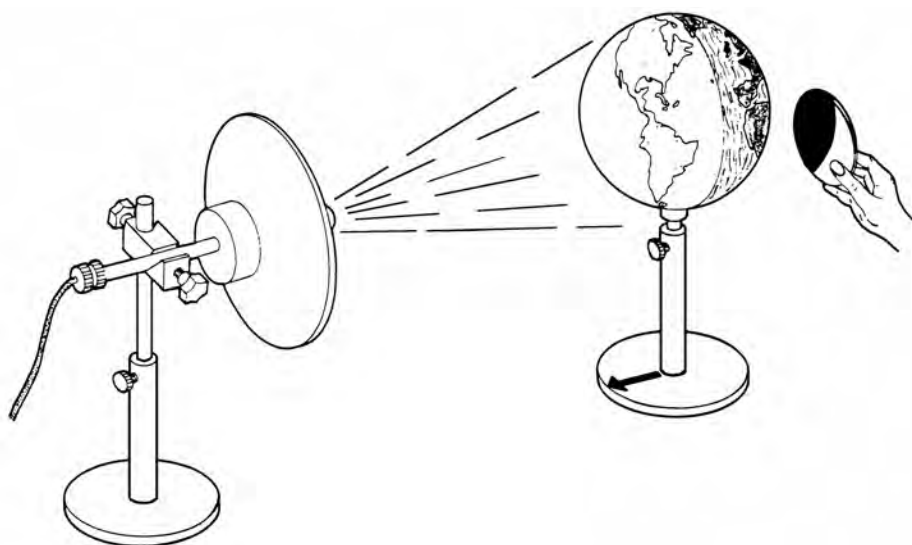


Fig. 10

2a Operazione: dopo aver acceso il proiettore inserendo la spina in una presa di corrente, prendi il disco dell'orizzonte e disponilo dietro il globo, in modo da fare apparire l'ombra del globo. Il disco rappresenterà la Luna, su cui si proietta l'ombra della Terra durante le eclissi lunari.

Domanda: Come appare l'ombra della Terra?

Risposta:

3a Operazione: ritaglia da un cartoncino un disco del diametro di 16 cm: esso rappresenta la Terra se fosse piatta. Togli il globo dal perno e con le mani tieni il disco di cartone al posto della Terra. Prova a disporre il disco in diverse posizioni e con diverse inclinazioni.

Domanda: L'ombra del disco appare sempre di forma circolare?

Risposta:

Domanda: Cosa puoi concludere riguardo alla forma della Terra?

Risposta:

4) POLI, MERIDIANI E PARALLELI

Una volta determinato che la Terra ha forma sferica, diventa necessario tracciare sulla sua superficie delle linee di riferimento (reticolato geografico) che permettano di individuare la posizione di un punto in modo univoco, secondo opportune convenzioni. Potrai riconoscere tali riferimenti allestendo il dispositivo illustrato in figura 11.

I riferimenti geografici fondamentali sono:

1) **L'asse terrestre** è la retta passante per il centro della Terra intorno alla quale ruota il nostro pianeta e che incontra la superficie terrestre in due punti: il polo Nord e il polo Sud geografici (fig. 12).

2) **L'equatore** è la circonferenza esattamente a metà strada fra il polo Nord ed il polo Sud che divide la superficie terrestre in due emisferi uguali: quello a Nord si definisce **emisfero boreale**, quello a Sud **emisfero australe**. La lunghezza dell'equatore è di circa 40.000 chilometri (fig. 13).

3) **I paralleli** sono circonferenze parallele all'equatore: tra questi hanno particolare importanza: il **tropico del cancro** e il **circolo polare artico** che si trovano nell'emisfero boreale, il **tropico del capricorno** e il **circolo polare antartico** che si trovano nell'emisfero australe. Sul globo in dotazione i paralleli sono segnati ogni 10° di latitudine con circonferenze azzurre (fig. 14).

4) **I meridiani** sono circonferenze che passano per i poli e sono perpendicolari ai paralleli. Particolare importanza ha il **meridiano di Greenwich**, che passa per l'omonima città, alla periferia di Londra. L'antimeridiano di Greenwich, chiamato anche linea del cambiamento di data, è rappresentato sul globo con una linea rossa, e secondo le convenzioni, attraversandolo si deve cambiare la data. Anche i meridiani sono segnati sul globo ogni 10° di longitudine con circonferenze azzurre (fig. 15).

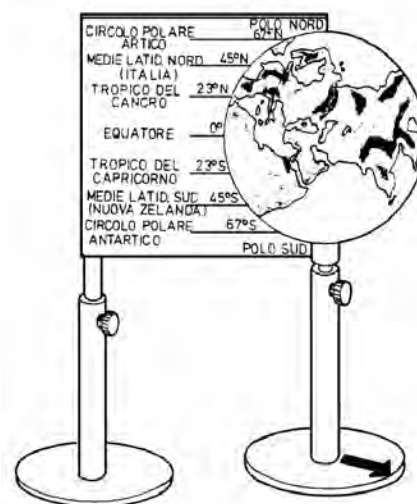


Fig. 11



Fig. 12

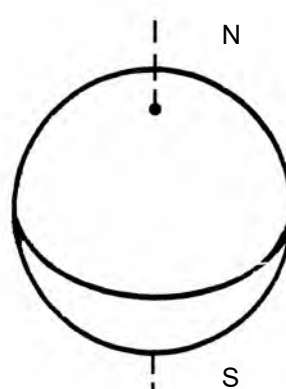


Fig. 13

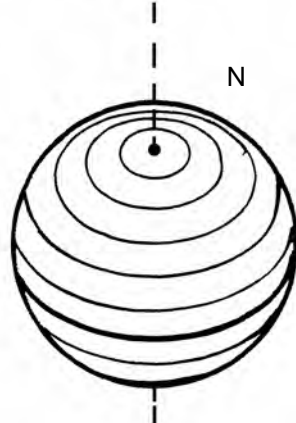


Fig. 14

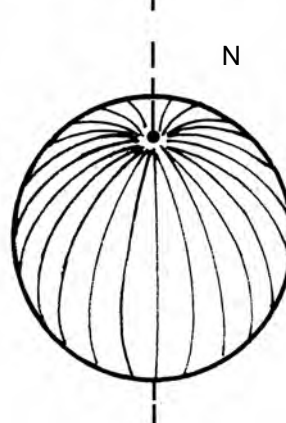


Fig. 15

Il reticolato costituito dai meridiani e dai paralleli consente di individuare qualsiasi punto P della superficie terrestre mediante due coordinate che sono:

La latitudine che esprime la distanza in gradi tra il punto P e l'equatore. Essa viene indicata "latitudine Nord" per i punti dell'emisfero boreale, e "latitudine Sud" per i punti dell'emisfero australe. È evidente allora che la latitudine dei punti dell'equatore è 0, mentre la latitudine del polo nord è 90° nord, e quella del polo sud 90° sud (fig. 16).

La longitudine che esprime la distanza in gradi tra il punto P e il meridiano di Greenwich. La longitudine può avere valori compresi tra 0° e 180° Est oppure Ovest, a seconda che P, osservando il mappamondo, si trovi rispettivamente a destra o a sinistra del meridiano di Greenwich.

Ogni punto della Terra quindi è individuato da due coordinate: ad esempio New York ha latitudine 41° nord e longitudine 74° ovest (fig. 17).

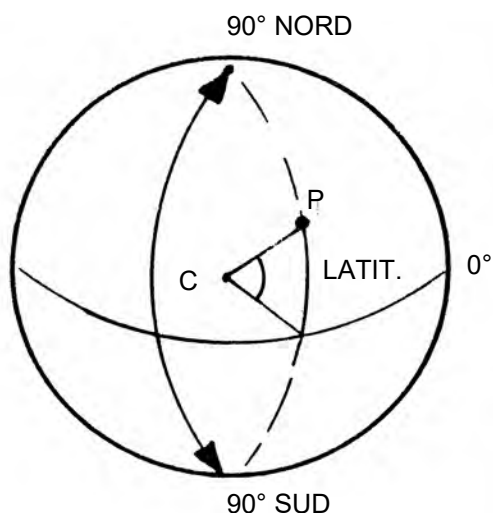


Fig. 16

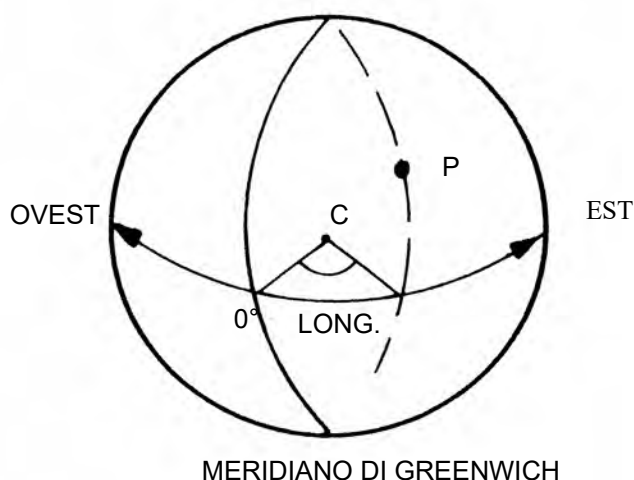


Fig. 17

Scrivi le coordinate delle seguenti città facendo riferimento al globo terrestre.

CITTÁ	LATITUDINE	NORD/SUD	LONGITUDE	EST/OVEST
Roma				
Sydney				
Nairobi				
Stoccolma				
Polo sud				
Rio de Janeiro				

Cercando sul globo terrestre, trova le città aventi le seguenti coordinate:

LATITUDINE	LONGITUDINE	CITTÁ
30° nord	31° est	
34° sud	58° ovest	
51° nord	0°	
21° nord	157° ovest	
0°	78° ovest	
35° nord	139° est	

5) IL MAGNETISMO TERRESTRE

Già nell'antichità si conosceva la strana proprietà posseduta da certi minerali di attrarre piccoli pezzi di ferro: i magneti. I cinesi scoprirono che una sbarretta di materiale magnetico tende a disporsi lungo la direzione Nord-Sud, e sfruttarono questa caratteristica per orientarsi durante la navigazione. L'invenzione fu perfezionata ad Amalfi nel secolo XIII e divenne così la **bussola**. Essi chiamarono polo Nord magnetico il polo dell'ago che si rivolgeva verso il polo Nord geografico. La causa del comportamento della bussola fu chiarita da un medico inglese Gilbert nel 1600, che affermò che la Terra era un gigantesco magnete, con i poli coincidenti con i poli geografici. Oggi sappiamo che in realtà il polo nord magnetico non si trova al polo Nord geografico, ma nell'isola Principe di Galles, in Canada, mentre il polo Sud si trova in Antartide, nella Terra Vittoria. Così il campo magnetico terrestre sembra generato da una sbarra magnetica inclinata di circa 11° rispetto all'asse geografico (fig. 18). Ne consegue che l'ago della bussola non indica esattamente la direzione Nord-Sud geografici ma forma con tale direzione un angolo δ (leggi delta) che viene definito **declinazione magnetica**.

Tale angolo non è costante ma varia da punto a punto della superficie terrestre. Puoi renderti conto di tale fenomeno eseguendo la seguente esperienza.

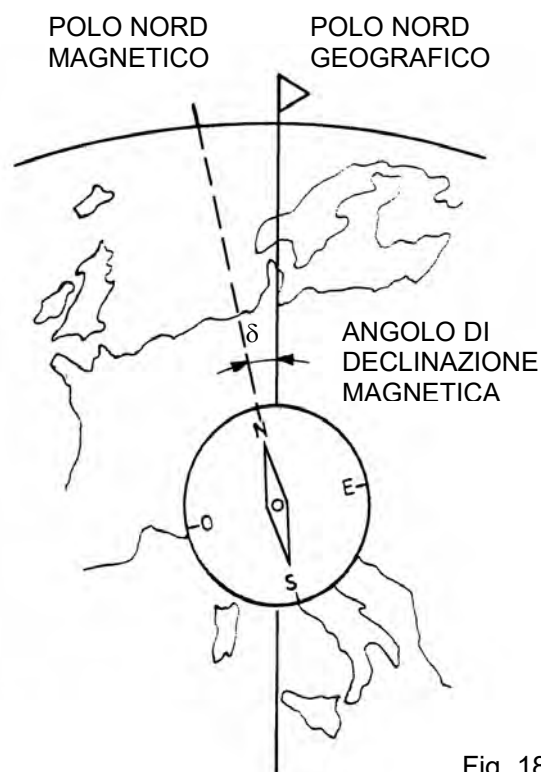


Fig. 18

ESPERIENZA N. 5

MATERIALE OCCORRENTE

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1 Supporto universale | 1 Perno lineare |
| 1 Globo con magnete | |
| 1 Bussola | |

1a Operazione: allestisci il dispositivo illustrato in figura 19.

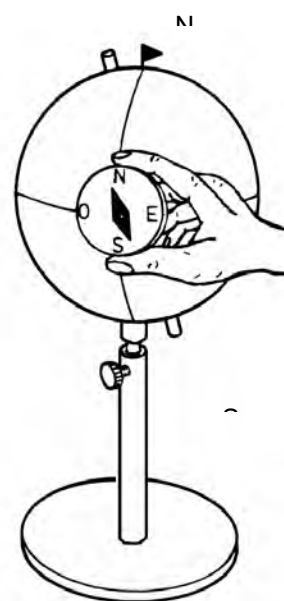


Fig. 19

2a Operazione: fai scorrere la bussola lungo l'equatore disponendola in modo che i punti cardinali Est e Ovest siano allineati con l'equatore.

Domanda: Durante tale movimento, l'angolo di declinazione si mantiene costante o varia?

Risposta:
.....
.....

Domanda: In quali posizioni l'angolo di declinazione δ è nullo?

Risposta:
.....
.....

Domanda: In quali posizioni l'angolo di declinazione δ è massimo?

Risposta:
.....
.....

Domanda: In Italia il polo Nord geografico si trova a sinistra o a destra rispetto alla linea indicata dalla bussola?

Risposta:
.....
.....

6) L'ORIENTAMENTO

Orientarsi significa stabilire la propria posizione rispetto ai quattro punti cardinali: il Nord, il Sud, l'Est e l'Ovest. La parola "orientamento" significa "ricerca dell'oriente" perché fin dall'antichità l'uomo si accorse che il Sole sorgeva sempre in corrispondenza di una zona dell'orizzonte, che venne chiamata oriente, o levante, o Est. Pertanto era sufficiente cercare l'oriente per conoscere dove si trovavano gli altri tre punti cardinali. Infatti se nell'emisfero boreale ti disponi in modo che la mano sinistra indichi l'Est, la mano destra indicherà l'Ovest, di fronte a te si troverà il Sud e alle tue spalle il Nord. Puoi simulare tale situazione eseguendo la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 6

MATERIALE OCCORRENTE

- | | |
|---------------------------------|------------------------|
| 1 Supporto sistema Terra - Luna | 1 Perno lineare |
| 1 Globo terrestre | 1 Disco dell'orizzonte |
| 1 Omino | 1 Bussola |

1a Operazione: allestisci il dispositivo illustrato in figura 20.

2a Operazione: orienta il disco in modo che la direzione Nord-Sud coincida col meridiano passante per Roma.

3a Operazione: orienta l'omino in modo che guardi in direzione Sud.

Domanda: Quale punto cardinale si trova alla sua sinistra?

Risposta:

Domanda: Quale punto cardinale si trova alla sua destra?

Risposta:

Domanda: Quale punto cardinale si trova alle sue spalle?

Risposta:

Esistono diversi modi per orientarsi. Eccone alcuni.

1° metodo

Il muschio ha bisogno di umidità per vegetare; per questo vive al riparo dalla luce del Sole, nelle zone ombreggiate. Quindi se ti accorgi che su un albero il muschio cresce solo in una zona della corteccia, allora questa indica la direzione nord. Ma attenzione! se ti trovi in un bosco, che è un ambiente umido, il muschio può crescere ovunque, quindi questo metodo non è più attendibile.

2° metodo

Se in una giornata senza nuvole ti rivolgi verso il Sole a mezzogiorno, quando cioè si trova nel punto più alto, avrai di fronte a te il Sud, alle tue spalle il Nord, alla tua sinistra l'Est e alla tua destra l'Ovest.



Fig. 20

3° metodo

In una notte senza nuvole, puoi trovare la direzione Nord se punti lo sguardo verso la Stella Polare. Infatti l'asse di rotazione terrestre punta sempre nella stessa direzione, che casualmente coincide con la direzione di una stella abbastanza luminosa, per questo chiamata Stella Polare. Dunque osservandola si guarda nella direzione del polo Nord geografico. Per trovarla, bisogna prima individuare la costellazione dell'Orsa Maggiore, disegnata in figura 21. Prendi in considerazione le ultime due stelle del carro, e lungo tale direzione ad una distanza pari a 5 volte la distanza tra le due stelle, troverai una stella abbastanza luminosa che è la Stella Polare.

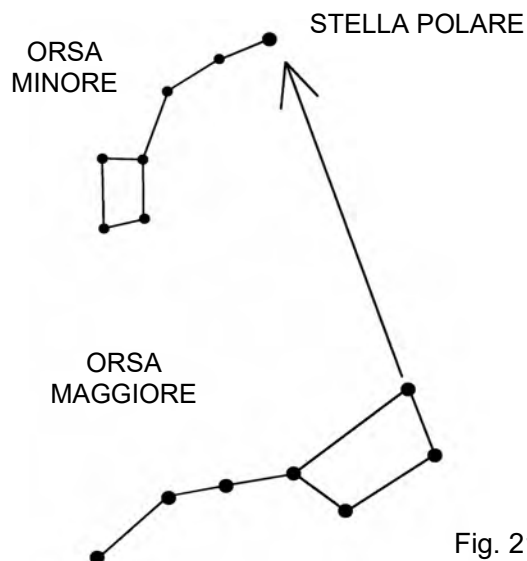


Fig. 21

4° metodo

Un metodo preciso e molto pratico per orientarti lo puoi attuare con la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 7**MATERIALE OCCORRENTE**

1 Bussola

1a Operazione:

disponi in terra la bussola facendo attenzione che nelle vicinanze non vi siano oggetti ferrosi. Lascia poi che l'ago si stabilizzi.

2a Operazione:

a questo punto ruota lentamente la bussola fino a che la punta dell'ago si trovi esattamente sopra la scritta "N". Ora la bussola ti indica la direzione del polo Nord magnetico (fig. 22).

3a Operazione:

affinché la bussola indichi la direzione del polo Nord geografico, ruotala ancora di 8 gradi in senso orario per correggere la declinazione magnetica.

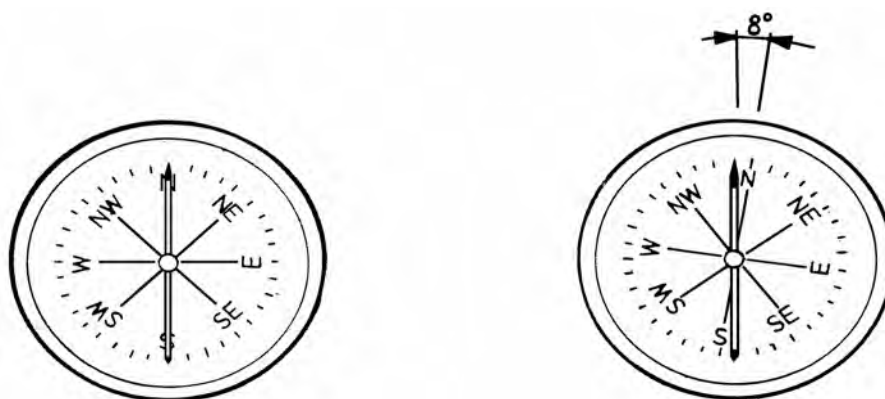


Fig. 22

7) I MOTI DELLA TERRA

Tutti i pianeti del sistema solare compiono due movimenti fondamentali: ruotano intorno al proprio asse (movimento di rotazione) e orbitano intorno al Sole descrivendo delle ellissi quasi circolari (movimento di rivoluzione). La Terra ruota su se stessa in 24 ore, ovvero un giorno, e ruota intorno al Sole in 365 giorni e 6 ore. L'asse terrestre però non è perpendicolare alla sua orbita, ma è inclinato di 23° e **durante tutto il moto di rivoluzione punta sempre nella stessa direzione**, verso la Stella Polare. Puoi comprendere questi fenomeni eseguendo la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 8

MATERIALE OCCORRENTE

1 Supporto sistema Terra - Luna	1 Supporto universale
1 Perno inclinato di 23°	1 Asta metallica
1 Globo terrestre	1 Proiettore ottico
1 Serie di 4 cartellini	1 Morsetto

IL MOTO DI ROTAZIONE

1a Operazione:

infilare il perno inclinato di 23° nel relativo supporto, come mostrato in fig. 23, facendo in modo che la direzione della parte inclinata risulti opposta alla freccia tracciata sulla base del supporto.

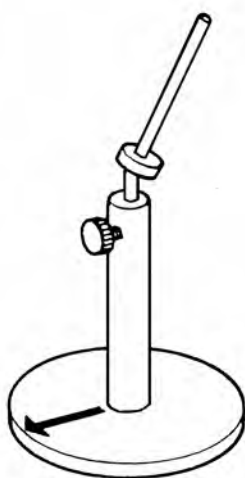


Fig. 23

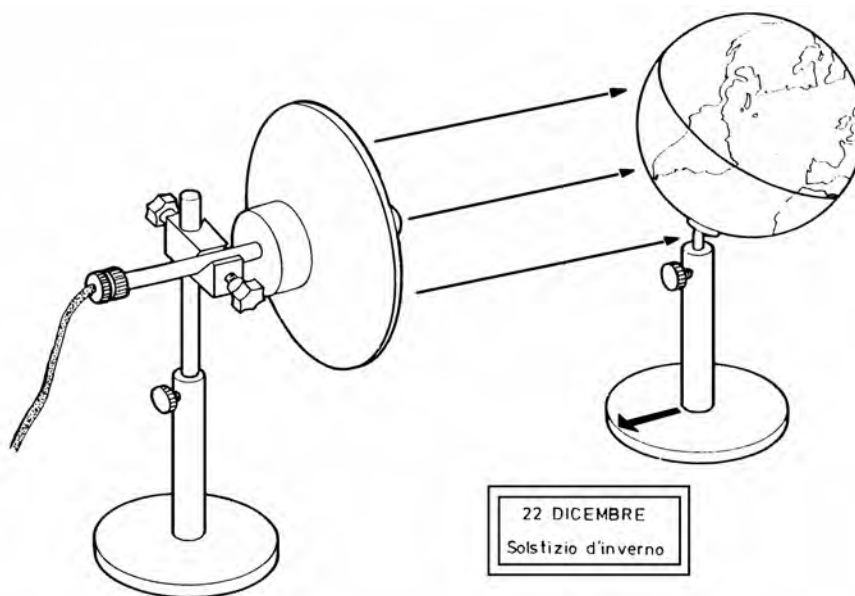


Fig. 24

2a Operazione:

completa il dispositivo illustrato in fig. 24 facendo in modo che la lampada sia allineata col centro del globo.

3a Operazione:

oscurato il locale in cui ti trovi, accendi il proiettore che simula il Sole il quale invia sul globo un fascio di raggi paralleli.

4a Operazione:

fai ruotare il globo in senso antiorario, guardandolo dall'alto. Questo è il moto di rotazione terrestre.

5a Operazione:

con una leggera spinta metti in rotazione antioraria il globo terrestre. Contemporaneamente muovi il suo supporto intorno al proiettore che simula il Sole (fig. 25). Avrai così una visione d'insieme dei due moti della Terra. Ma attenzione, ricordati che durante il moto di rivoluzione l'asse terrestre punta sempre verso la stella polare. Tu, allora, dovrai aver cura di mantenere costante la direzione della freccia tracciata sulla base del supporto del globo terrestre.

6a Operazione:

disponi sul tavolo i cartellini sui quali sono riportate le date dei solstizi e degli equinozi nelle posizioni indicate in fig. 25.

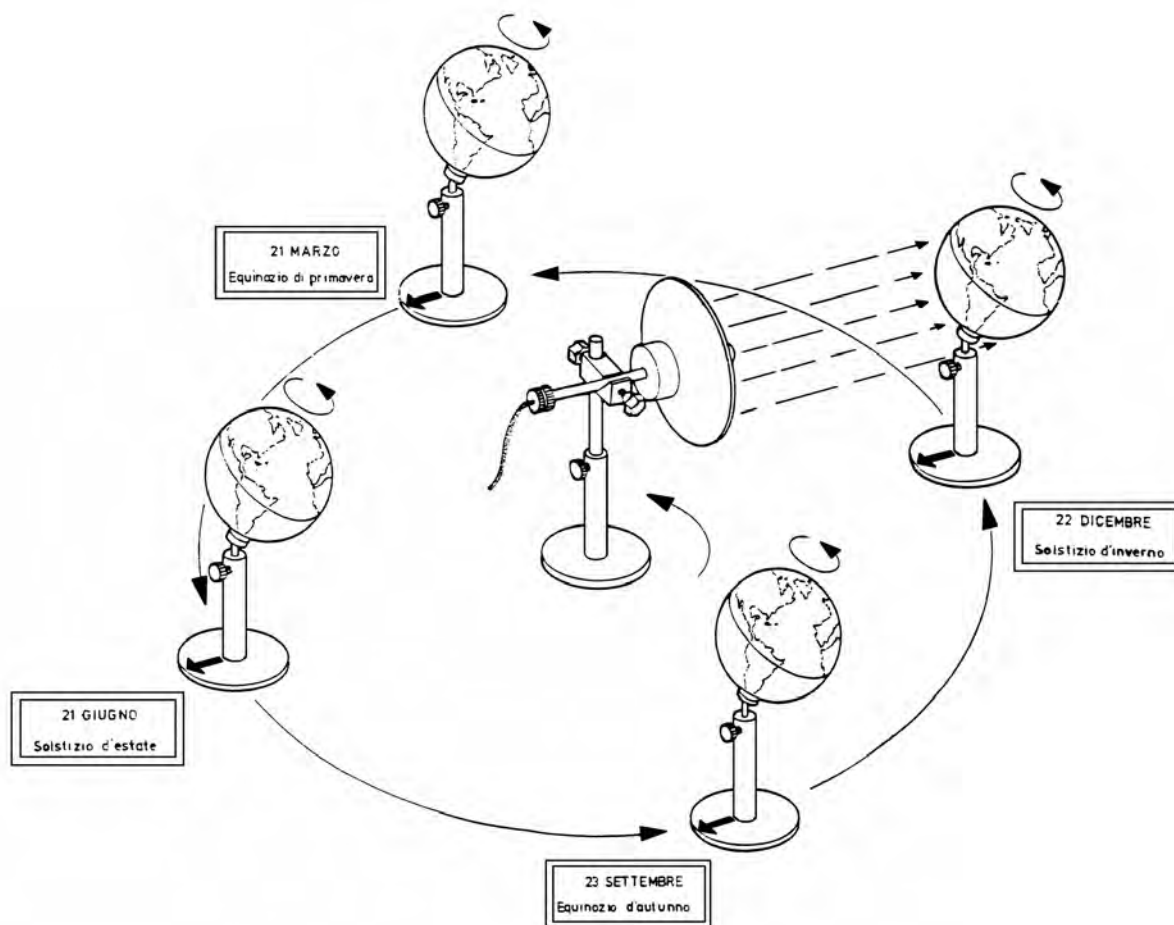


Fig. 25

8) IL MOTO APPARENTE DEL SOLE

Ognuno di noi, osservando il cielo diurno nota che il Sole sorge al mattino ad Est, tramonta la sera ad Ovest descrivendo un arco nel cielo. In base a questa semplice osservazione gli antichi elaborarono un sistema (sistema tolemaico, dal nome dell'astronomo Claudio Tolomeo) secondo il quale tutti i corpi celesti ruotano intorno alla Terra immobile, situata al centro dell'Universo. Fu soltanto verso la metà del 1500 che l'astronomo polacco Copernico pensò che tutti i fenomeni celesti si potessero spiegare anche ammettendo che il Sole fosse al centro del sistema solare e tutti i pianeti, compresa la Terra, ruotassero intorno ad esso. Per gli abitanti della Terra alcuni fenomeni astronomici come ad esempio il dì e la notte possono essere agevolmente spiegati ammettendo che la Terra sia ferma e il Sole giri intorno ad essa. Potrai facilmente verificarlo eseguendo la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 9

MATERIALE OCCORRENTE

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| 1 Supporto sistema Terra - Luna | 1 Supporto universale |
| 1 Perno inclinato di 23° | 1 Asta metallica |
| 1 Globo terrestre | 1 Proiettore ottico |
| 1 Omino | 1 Morsetto |

1a Operazione: allestisci il dispositivo illustrato in figura 26 e accendi il proiettore.

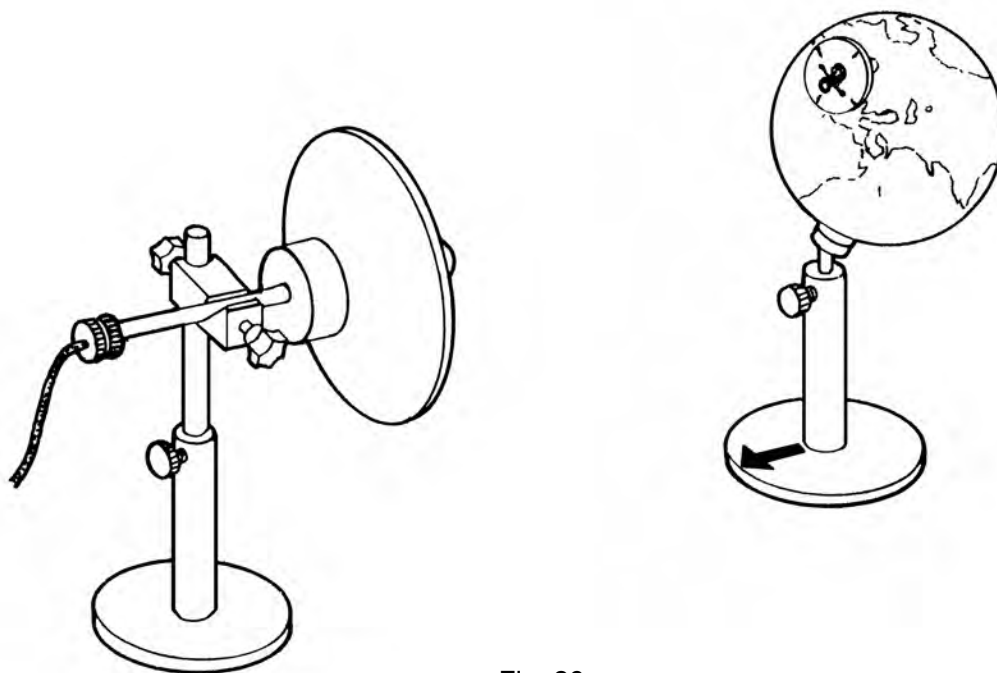


Fig. 26

2a Operazione: disponi inizialmente il globo in modo da situare l'omino nella parte in ombra (notte). Dopo aver disposto il tubo per visione nel modo indicato in figura 27, ruota lentamente il globo in senso antiorario osservando nel contempo da quale punto cardinale si vede sorgere il Sole.

Domanda: Da quale punto cardinale l'omino vede sorgere il Sole?

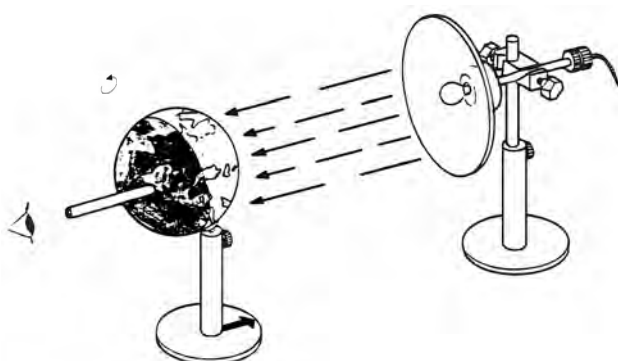
Risposta:

Domanda: In quale punto cardinale l'omino vede tramontare il Sole?

Risposta:

3a Operazione:

disponi ancora inizialmente l'omino nella parte in ombra e, tenuto fermo il globo, fai girare lentamente il proiettore intorno alla Terra in senso orario osservando nel contempo attraverso il tubo per visione ciò che vede l'omino (fig. 28).



Fin 27

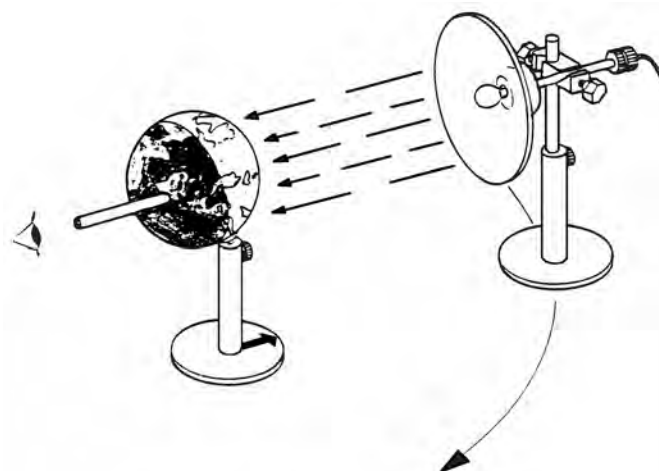


Fig. 28

Domanda: Da quale punto cardinale l'omino vede sorgere il Sole?

Risposta:

.....

.....

Domanda: In quale punto cardinale l'omino vede tramontare il Sole?

Risposta:

.....

.....

Conclusioni

.....

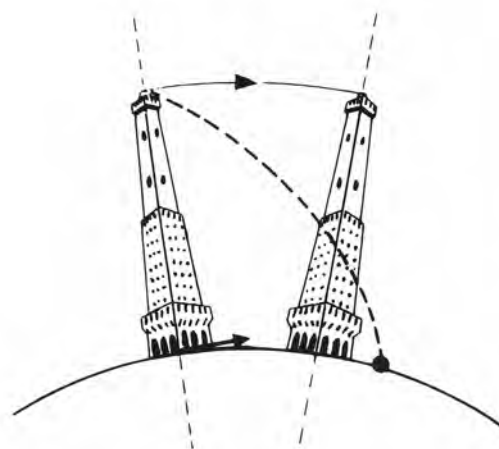
.....

.....

.....

Nota storica

Per decidere se fosse la Terra a girare su se stessa oppure il Sole intorno ad essa furono compiuti molti esperimenti. Il primo in ordine storico fu quello eseguito da G.B. Guglielmini nel 1791. La prova di Guglielmini consiste nell'osservazione della traiettoria di un corpo lasciato cadere da una certa altezza. Egli eseguì il suo esperimento a Bologna dalla Torre degli Asinelli, alta 100 metri, e vide che il corpo lasciato cadere dalla sommità della Torre non cadeva esattamente in verticale, ma in un punto spostato verso Sud-Est di circa 3 centimetri. Questo si può spiegare soltanto ammettendo che la Terra ruoti su se stessa in senso antiorario.



9) IL DÌ E LA NOTTE

Il fenomeno astronomico più evidente è senz'altro il cammino del Sole nel cielo, che determina l'avvicendamento tra il dì e la notte. Si definisce **arco diurno** (dì) quella parte della giornata di 24 ore durante la quale vediamo il Sole sopra l'orizzonte. Si chiama **arco notturno** (notte) quella parte della giornata durante la quale il Sole si trova sotto l'orizzonte. Per la presenza dell'atmosfera la separazione tra il dì e la notte non è netta: il tramonto infatti è seguito dal crepuscolo, così l'alba è preceduta dall'aurora. La durata dell'arco diurno dipende da due fattori: la latitudine e la data.

Potrai verificarlo tu stesso eseguendo le seguenti esperienze.

DIPENDENZA DELL'ARCO DIURNO DALLA LATITUDINE

ESPERIENZA N. 10

MATERIALE OCCORRENTE

1 Supporto sistema Terra - Luna	1 Supporto universale
1 Perno inclinato di 23°	1 Asta metallica
1 Globo terrestre	1 Proiettore ottico
1 Omino	1 Morsetto
1 Disco orario	1 Serie di 4 cartellini
1 Freccia con clip	

1a Operazione:

introduci il perno inclinato di 23° nel supporto del sistema Terra - Luna e bloccalo in modo che punti in direzione opposta rispetto alla freccia disegnata sulla base sul supporto (fig. 29a).

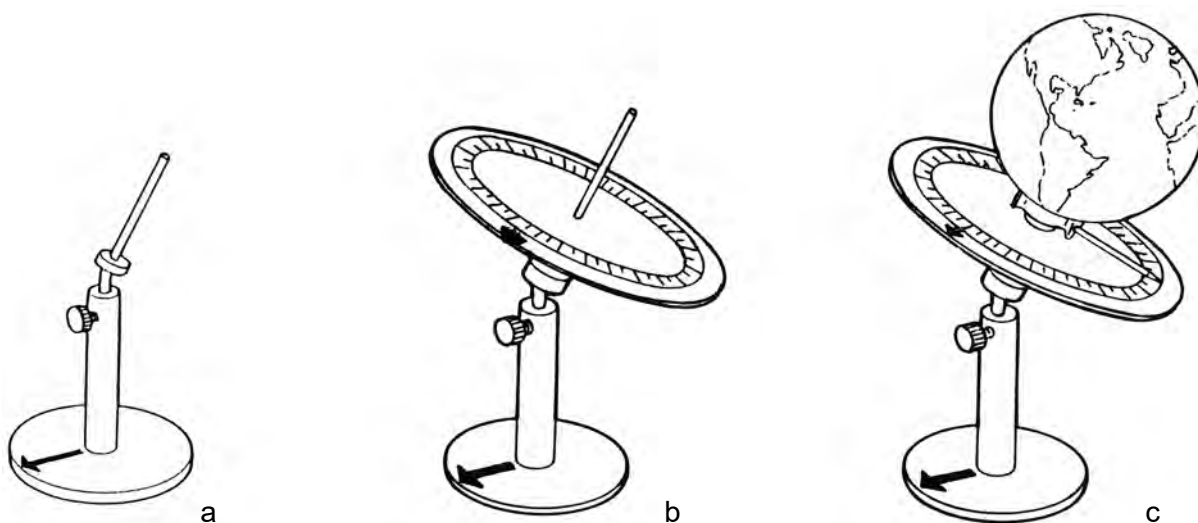


Fig. 29

2a Operazione:

infilare nel perno il disco orario (fig. 29b).

3a Operazione:

applica la freccia provvista di clip al mozzo del globo terrestre e infila quest'ultimo sul perno di acciaio come si vede in figura 29c.

4a Operazione:

completa il dispositivo con il proiettore come mostrato in figura 30 avendo cura di bloccare il disco orario in modo che la freccia delle ore 12 sia rivolta verso il proiettore.

5a Operazione:

ruota la freccia con la clip in modo da allinearla con il meridiano passante per l'Italia e infila l'omino nell'apposito foro.

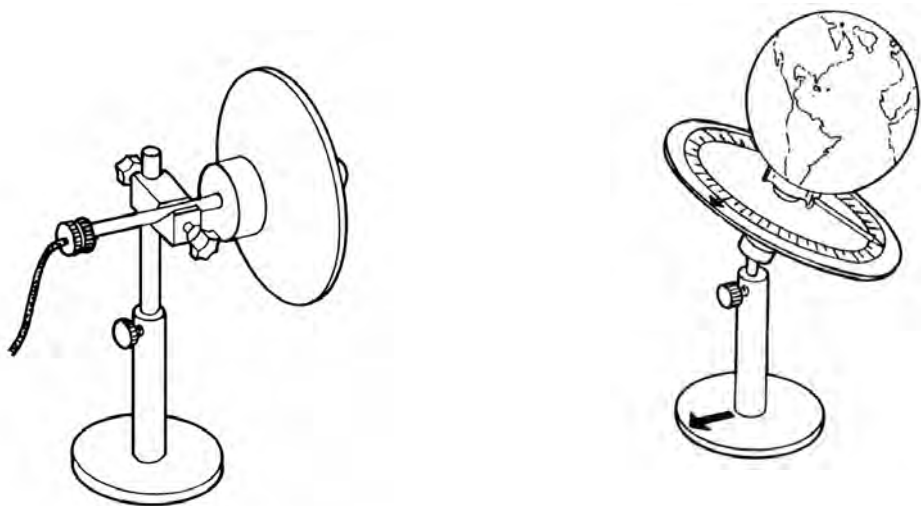


Fig. 30

- 6a Operazione:

ruota il globo fino a quando il punto della superficie terrestre nel quale è disposto l'omino (la città di Roma) si trova al confine tra la zona buia e quella illuminata (fig. 31). La punta della freccia ti indica l'ora in cui sorge il Sole.
- 7a Operazione:

ruota il globo fino a quando l'abitante di Roma resta nell'arco diurno. In questo caso la freccia bianca ti indica l'ora in cui tramonta il Sole a Roma il 22 dicembre.
- 8a Operazione:

ripeti l'esperienza per il punto situato agli antipodi di Roma e per un punto all'equatore, completando le seguente tabella.

Località	Il Sole sorge alle ore	Il Sole tramonta alle ore	Durata dell'arco diurno	Durata dell'arco notturno
Roma				
Equatore				
Nuova Zelanda				

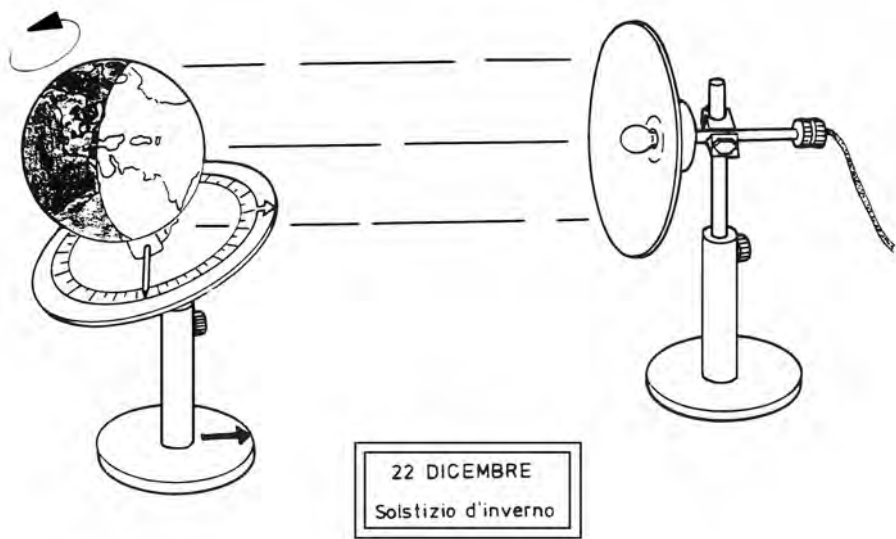


Fig. 31

DIPENDENZA DELL'ARCO DIURNO DALLA DATA

ESPERIENZA N. 11

MATERIALE OCCORRENTE

Nella precedente esperienza hai determinato la lunghezza dell'arco diurno in corrispondenza del 22 dicembre cioè nel solstizio d'inverno, quando, per l'emisfero boreale, l'arco diurno è il più corto nel corso dell'anno. Puoi renderti conto che la sua lunghezza dipende anche dalla data.

Come nell'esperienza n. 10

1a Operazione: disponi il globo nella posizione corrispondente alla data 21 marzo (equinozio di primavera) come indicato in figura 32.

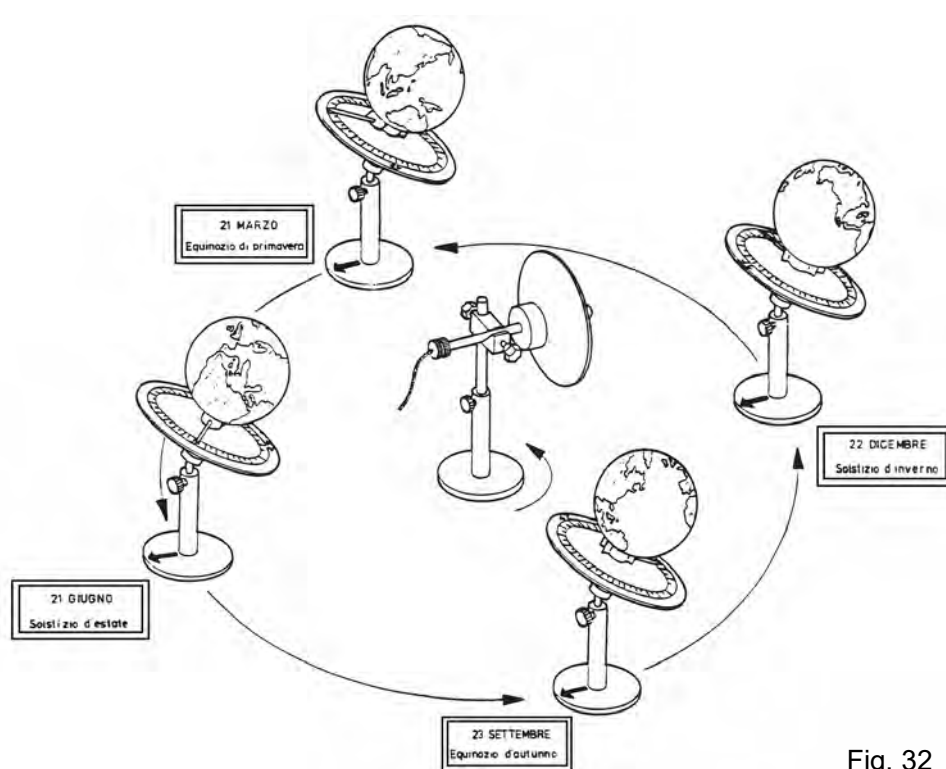


Fig. 32

2a Operazione: ripeti la precedente esperienza determinando l'ora dell'alba e del tramonto alla latitudine di 45° . Ricorda di disporre la freccia con clip in corrispondenza del meridiano passante per Roma.

3a Operazione: ripeti la precedente operazione mettendo il globo nelle posizioni corrispondenti al 21 giugno e 23 settembre e riporta i dati ottenuti nella seguente tabella.

Data	Il Sole sorge alle ore	Il Sole tramonta alle ore	Durata dell'arco diurno	Durata dell'arco notturno
22 dicembre				
21 marzo				
21 giugno				
23 settembre				

Domanda:	Qual è il giorno più lungo dell'anno nell'emisfero boreale? E quello più corto?
Risposta:
Domanda:	Qual è il giorno più lungo dell'anno nell'emisfero australe? E quello più corto?
Risposta:
Domanda:	Qual è la zona della superficie terrestre in cui il 22 dicembre il Sole non sorge mai?
Risposta:
Domanda:	Qual è la zona della superficie terrestre in cui il 22 dicembre il Sole non tramonta mai?
Risposta:
Domanda:	Cos'è il circolo polare artico? E quello antartico?
Risposta:
Domanda:	Qual è la durata massima del giorno alla latitudine di 45°? E quella minima?
Risposta:
Domanda:	Qual è la durata massima del giorno al polo Nord? E quella minima?
Risposta:
Domanda:	Spiega il significato delle parole "mezzogiorno" e "mezzanotte" facendo riferimento alla tabella che hai completato.
Risposta:

NOTA BENE: se confronti i dati che hai ottenuto nelle precedenti simulazioni con quelli forniti da un calendario, noterai che non coincidono. Questo è dovuto al fatto che la nostra apparecchiatura è molto semplice e non tiene conto di alcuni fattori che determinano l'ora esatta in cui sorge o tramonta il Sole, come per esempio la forma dell'orbita della Terra, la distanza dal meridiano dell'Europa centrale, su cui si basa la nostra misura del tempo, l'ora legale o solare vigente.

10) L'ALTEZZA DEL SOLE DURANTE IL GIORNO

Con le precedenti esperienze hai potuto verificare che l'arco diurno varia con la latitudine e con la data. Se osservi il Sole durante una intera giornata ti accorgi che la sua posizione nel cielo varia. Si definisce altezza del Sole sull'orizzonte, l'angolo compreso tra il piano dell'orizzonte e la direzione del Sole (fig. 33). Quando l'altezza è massima durante la giornata, si dice che il Sole è al culmine. Ciò avviene a mezzogiorno.

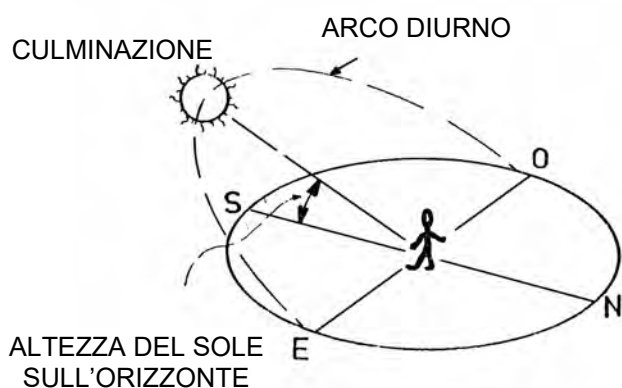


Fig. 33

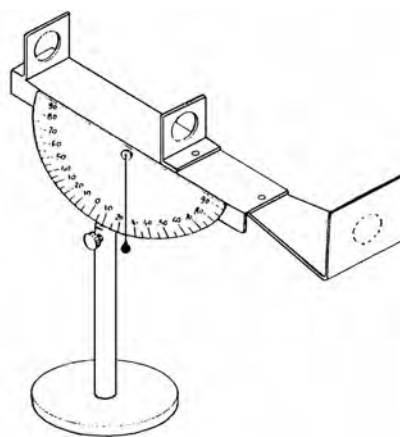


Fig. 34

Potrai misurare l'altezza del Sole sull'orizzonte durante la giornata eseguendo la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 12

MATERIALE OCCORRENTE

1 Apparecchio per lo studio del Sole

1a Operazione:

allestisci all'aperto in una giornata di Sole l'apparecchiatura illustrata in figura 34 su una superficie piana e orizzontale.

2a Operazione:

dopo aver allentato il godrone inclina il piano del collimatore in modo da far apparire ben nitida sullo schermo bianco la traccia del foro quadrato. Sarai così certo che in questa posizione lo strumento è puntato in direzione del Sole.

3a Operazione:

prendi nota dell'angolo indicato dal goniometro, che corrisponde all'altezza del Sole come mostrato in figura 35.

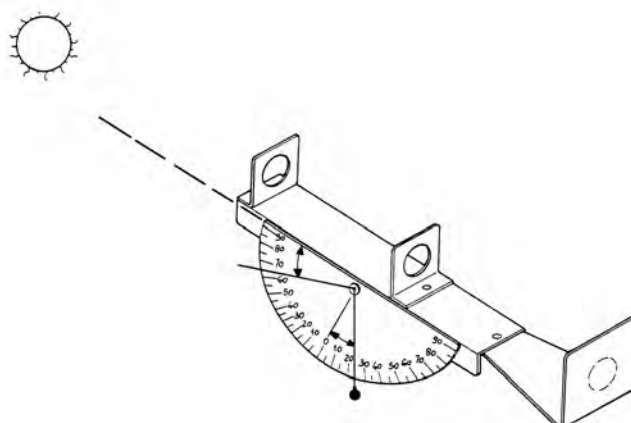
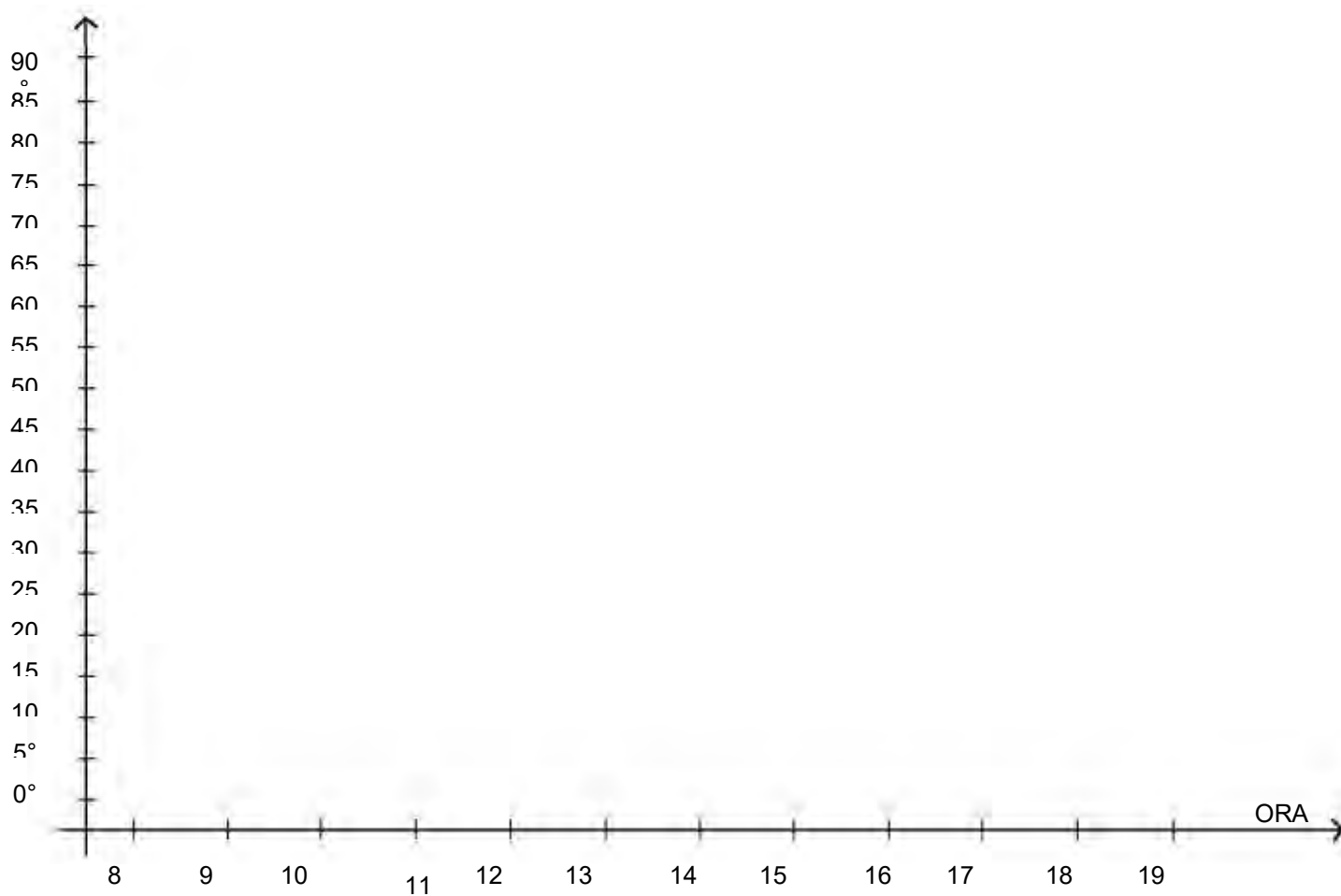


Fig. 35

Ripeti la stessa operazione nelle varie ore della giornata e riporta nella seguente tabella e sul grafico i risultati ottenuti.

ORA	ALTEZZA	ORA	ALTEZZA
8		14	
9		15	
10		16	
11		17	
12		18	
13		19	

ALTEZZA DEL SOLE



11) LA MISURA DEL TEMPO

Fin dai tempi più remoti l'uomo ha imparato a misurare il tempo riferendosi ai fenomeni celesti. Il giorno deriva dal moto di rotazione terrestre, quindi è l'intervallo di tempo tra due albe o due tramonti successivi. Il mese deriva dal moto della Luna intorno alla Terra, ed è l'intervallo di tempo tra due lune nuove. L'anno deriva dal moto di rivoluzione della Terra intorno al Sole, ed è l'intervallo di tempo tra due congiunzioni del Sole con un determinato punto della sfera celeste. Le altre suddivisioni (minuti, secondi, ore, settimane) sono invece convenzionali.

Sulla durata del giorno però è opportuno fare una distinzione fra giorno siderale e giorno solare. Distinzione che potrai capire eseguendo la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 13

MATERIALE OCCORRENTE

1 Supporto sistema Terra-Luna	1 Supporto universale
1 Perno inclinato di 23°	1 Asta metallica
1 Globo con magnete	1 Morsetto
1 Omino	1 Proiettore ottico

1a Operazione:

monta l'apparecchiatura illustrata in figura 36 facendo in modo che l'omino sia allineato con la freccia alla base del sostegno. Tale situazione per l'omino corrisponde al mezzogiorno, cioè quando il Sole è al culmine.

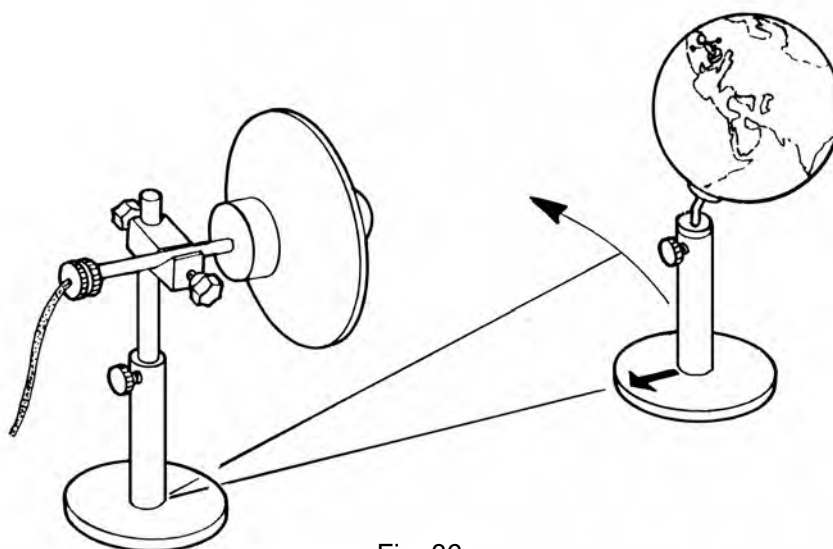


Fig. 36

2a Operazione:

tenendo fermo il sostegno, ruota lentamente la Terra in senso antiorario di 360° intorno al suo asse. Si definisce **giorno siderale** il tempo che la Terra impiega per compiere un giro su se stessa.

Domanda: L'omino è ritornato nella posizione iniziale?

Risposta:

Domanda: L'omino vede ancora il Sole al culmine?

Risposta:

3a Operazione:

noi sappiamo però che la Terra si muove intorno al Sole (moto di rivoluzione) per cui mentre fa un giro su se stessa la Terra percorre sulla sua orbita l'arco AB (fig. 37). Per realizzare tale situazione modifica il dispositivo precedente nel modo indicato in figura 38.

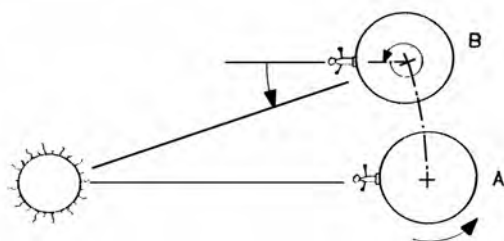


Fig. 27

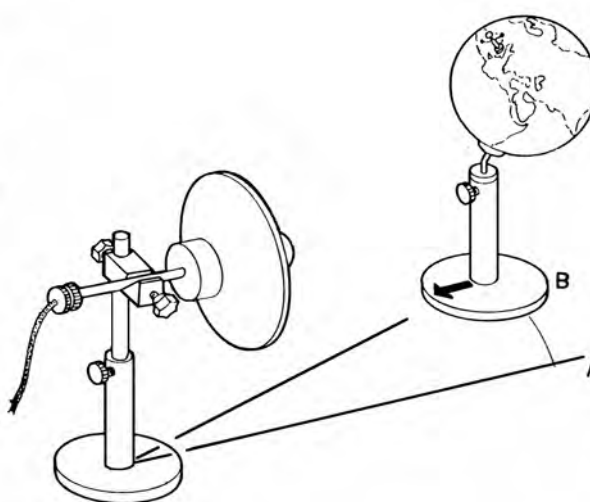


Fig. 28

Domanda: Tenendo conto del movimento di rivoluzione della Terra, l'omino vede ancora il Sole al culmine dopo che essa ha ruotato di 360° ?

Risposta:

.....

Domanda: Cosa deve succedere affinché l'omino veda di nuovo il Sole al culmine?

Risposta:

.....

.....

Domanda: Si definisce **giorno solare** l'intervallo di tempo tra due successive culminazioni del Sole. Esso dura esattamente 24 ore. È più lungo il giorno siderale o il giorno solare?

Risposta:

.....

.....

Domanda: Sapendo che il giorno siderale dura 23 ore e 56 minuti, quanto tempo impiega la Terra per descrivere l'angolo di 1° successivo ai 360° per far sì che l'omino veda di nuovo il Sole al culmine?

Risposta:

.....

.....

L'anno bisestile

Abbiamo visto che l'anno deriva dal moto di rivoluzione della Terra intorno al Sole. Tuttavia il periodo di rivoluzione non contiene un numero esatto di rotazioni, ovvero un numero esatto di giorni. Infatti l'anno dura 365,242 giorni. Dal momento però che l'anno civile dura 365 giorni, succede che ogni 4 anni si accumula uno scarto tra l'anno astronomico e quello indicato dai calendari di $0,242 \times 4 = 0,97$ giorni. Così ogni 4 anni si aggiunge un giorno al mese di febbraio, che conta così 29 giorni (anno bisestile). Sono bisestili gli anni 1988, 1992, 1996. Tuttavia lo scarto non è di un giorno esatto, per cui non si contano bisestili gli anni non divisibili per 400: il 1700, il 1800, il 1900 non furono bisestili.

12) I FUSI ORARI

In base a quanto è stato dimostrato nella scheda precedente, è possibile definire giorno solare l'intervallo di tempo che intercorre tra due successive culminazioni del Sole. Facendo riferimento al moto apparente del Sole (supponendo cioè che la Terra sia ferma) è chiaro che il giorno solare coincide con l'intervallo di tempo impiegato dal Sole per fare un giro completo intorno alla Terra.

D'altra parte, quando il Sole è al culmine ad esempio a Trieste, non lo è a Torino, cioè quando a Trieste è già mezzogiorno a Torino non è ancora mezzogiorno (fig. 39). Si capisce allora che la misura del tempo varia da punto a punto della superficie terrestre. Ti puoi rendere conto di questo eseguendo la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 14

MATERIALE OCCORRENTE

1 Supporto sistema Terra-Luna	1 Supporto universale
1 Supporto inclinato di 23°	1 Asta metallica
1 Disco orario	1 Morsetto
1 Freccia con clip	1 Proiettore ottico
1 Globo con magnete	1 Omino

1a Operazione:

allestisci l'apparecchiatura illustrata in figura 40 facendo in modo che la freccia con clip sia allineata con il meridiano passante per Roma e la freccetta sul disco orario sia rivolta verso il Sole. Blocca sia il globo che il disco orario stringendo gli appositi godroni.

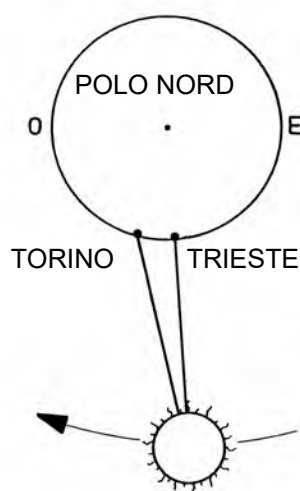


Fig. 39



Fig. 40

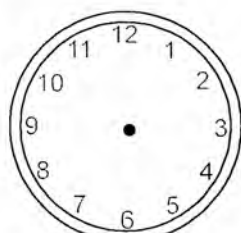
Domanda: Che ora è a Roma?

Risposta:

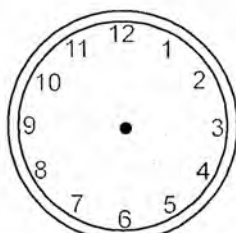
2a Operazione:

per sapere che ora è in una qualsiasi altra città del mondo quando a Roma è mezzogiorno, basterà che tu faccia ruotare la freccia con clip fino ad allinearla con il meridiano passante per quella città.

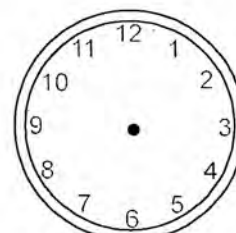
Disegna le lancette sui seguenti quadranti eseguendo la seconda operazione per le città indicate.



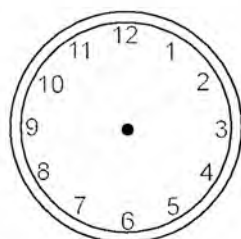
MOSCA



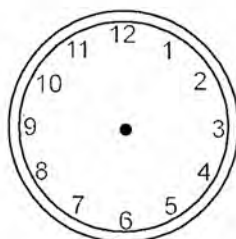
BOMBAY



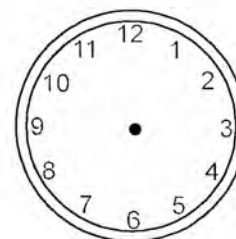
TOKIO



RIO DE JANEIRO



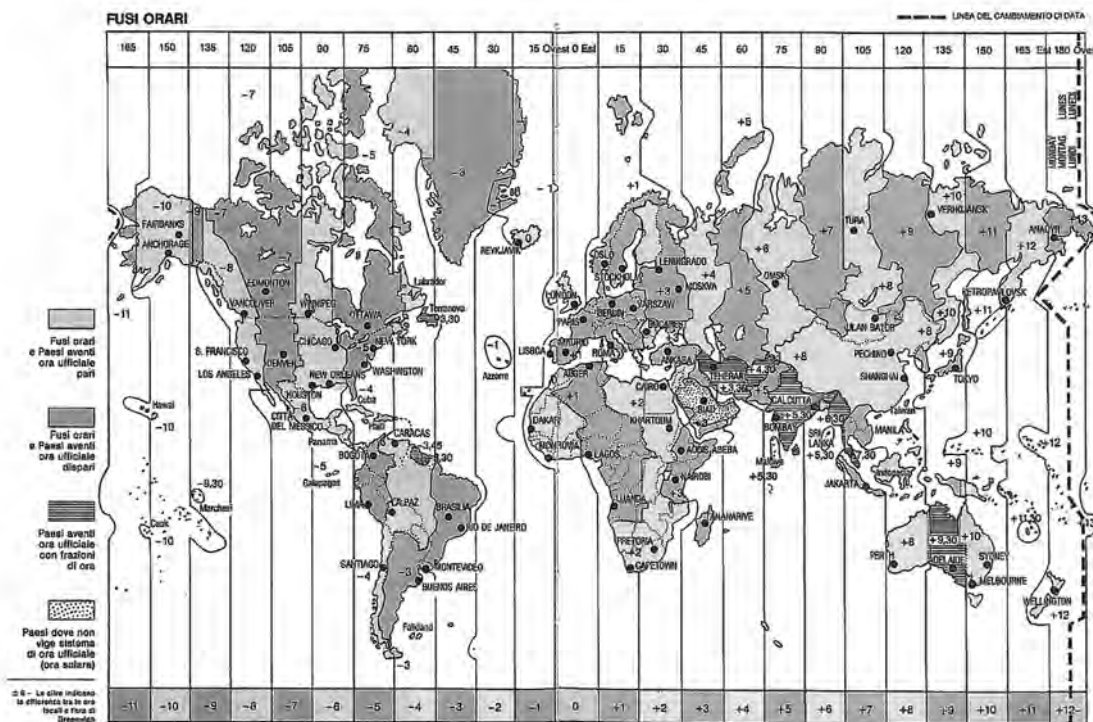
NEW YORK



LOS ANGELES

Ma una tale misura del tempo sarebbe molto scomoda, perché ogni città avrebbe l'ora diversa da tutte le altre. Allora per uniformare la misura del tempo in luoghi abbastanza vicini tra loro, ad esempio entro uno stesso stato, la Terra è stata convenzionalmente suddivisa in 24 fusi orari, limitati ognuno da due meridiani distanti 15° , cioè un'ora.

Così tutte le località che si trovano nello stesso fuso orario adottano la stessa ora, anche se il Sole transita su esse in tempi diversi. Guardando la figura 41, noterai che i confini dei fusi orari non sono netti, ma frastagliati: questo avviene per rispettare l'uniformità dell'ora all'interno di una stessa nazione. Altri paesi però, come ad esempio l'Arabia Saudita, non adottano il sistema dei fusi orari e non hanno un'ora uniforme per tutto il paese.



Un viaggiatore che si reca in aereo da Roma a New York deve portare indietro l'orologio di 6 ore, perché la differenza tra i due fusi orari è 6 ore. Così se a Roma sono le 15, a New York sono le 9 del mattino.

Domanda: Se ti trovi a Roma a mezzogiorno, è il caso di telefonare a un tuo amico che abita a Tokio? Perché?

Risposta:

.....

.....

.....

L'antimeridiano di Greenwich, ovvero il meridiano che dista 180° dal meridiano di Greenwich, si chiama linea del cambiamento di data perché attraversandola da Est verso Ovest si deve avanzare la data di un giorno, attraversandola invece da Ovest verso Est si deve arretrare la data di un giorno. Ad esempio se un viaggiatore parte da Tokyo diretto a Los Angeles il 13 settembre alle ore 14, una volta arrivato a destinazione dovrà regolare il proprio orologio sulle ore 7 del 12 settembre.

Per capire bene tale fenomeno, osserva la seguente figura. Per fissare le idee, supponiamo che lungo il meridiano di Greenwich siano le ore 16 del 2 agosto. In base al meccanismo dei fusi orari, spostandosi dal meridiano di Greenwich verso Ovest, si deve portare indietro l'orologio di un'ora per ogni fuso orario che si attraversa. Invece spostandosi verso Est si avanza l'orologio di un'ora per ogni fuso orario attraversato.

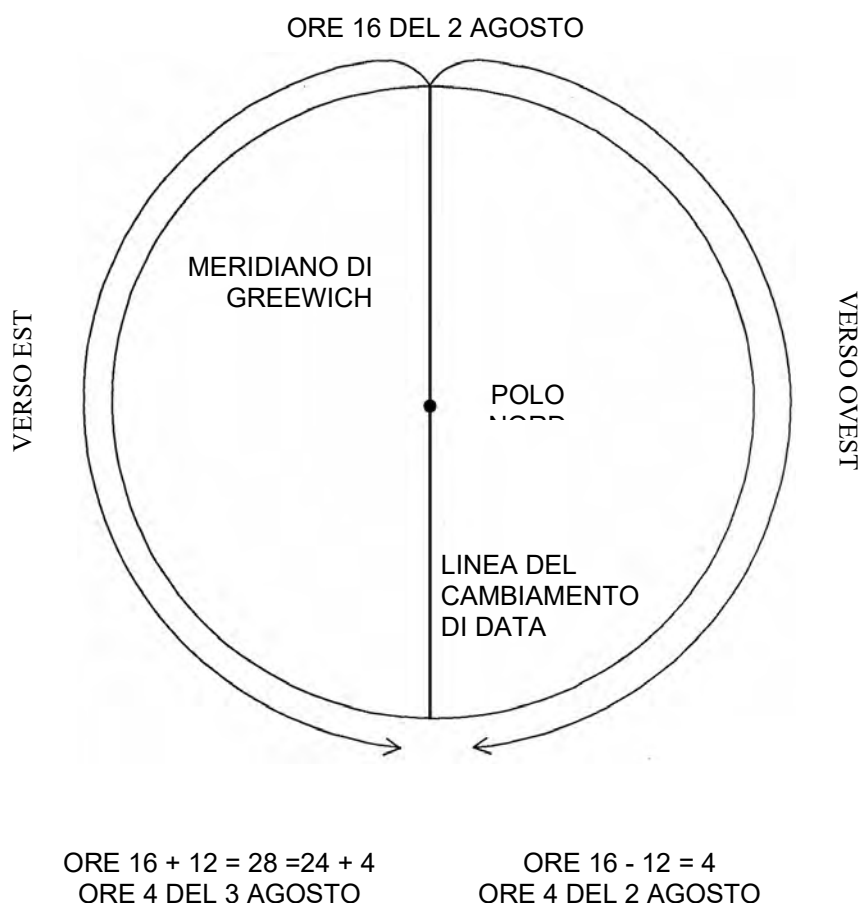
Consideriamo ora cosa succede in prossimità dell'antimeridiano di Greenwich, ovvero la linea del cambiamento di data. Se la raggiungiamo procedendo verso Ovest, dobbiamo portare indietro l'orologio di 12 ore, perché abbiamo incontrato 12 fusi orari. Dunque saranno le ore $16 - 12 = 4$ del 2 agosto.

Se invece raggiungiamo la linea del cambiamento di data viaggiando verso Est, dobbiamo aggiungere 12 ore, perché abbiamo incontrato 12 fusi orari. Dunque saranno le ore $16 + 12 = 28 = 24 + 4$, cioè saranno le ore 4 del giorno successivo, il 3 agosto.

Quindi accade che ad Est della linea del cambiamento di data sono le 4 del 2 agosto, mentre ad Ovest sono le 4 del 3 agosto. Il viaggiatore, pertanto, attraversando tale meridiano, dovrà semplicemente spostare la data. Bisogna aggiungere che la scelta dell'antimeridiano di Greenwich come linea del cambiamento di data è del tutto arbitraria, ed è dettata solo da motivi di comodità (sarebbe assai scomodo cambiare data lungo una linea passante per l'Europa).

La linea del cambiamento di data, come puoi verificare osservandola sul globo terrestre, non è diritta, ma spezzata.

Questo avviene per uniformare la data all'interno degli stati attraversati dall'antimeridiano di Greenwich.



13) LA MERIDIANA

Lo strumento che indica l'ora si chiama orologio. Oggi si usano orologi meccanici o elettronici, ma anticamente si utilizzava la meridiana. Questo strumento misura l'ora vera, cioè quella riferita al punto esatto della superficie terrestre su cui si trova, proiettando l'ombra di un'asta, chiamata gnomone, su un quadrante su cui sono tracciate le linee corrispondenti alle ore della giornata. Per capire il principio su cui si basa il funzionamento della meridiana devi eseguire la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 15

MATERIALE OCCORRENTE

1 Supporto sistema Terra-Luna	1 Supporto universale
1 Supporto inclinato di 23°	1 Asta metallica
1 Globo con magnete	1 Proiettore ottico
1 Gnomone	1 Morsetto
1 Disco orario	1 Freccia con clip
1 Disco dell'orizzonte	

1a Operazione:

allestisci l'apparecchiatura illustrata in figura 42, avendo cura di rivolgere la freccia del disco orario verso il proiettore. Capovolgi il disco dell'orizzonte in modo da vederne la faccia bianca.



Fig. 42

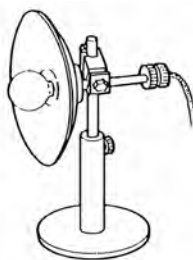


Fig. 43

2a Operazione:

ruota il globo in modo da disporre lo gnomone al confine tra la zona buia e quella illuminata, in modo che tale configurazione corrisponda all'alba (fig. 43).

3a Operazione:

ruota lentamente il globo in senso antiorario, osservando l'ombra proiettata dallo gnomone sul disco dell'orizzonte.

Domanda: Come varia durante la giornata la direzione dell'ombra proiettata dallo gnomone?

Risposta:

.....

.....

Domanda: Come varia durante la giornata la lunghezza dell'ombra proiettata dallo gnomone?

Risposta:

.....

.....

Domanda: In quale ora della giornata la lunghezza dell'ombra proiettata dallo gnomone è minima?

Risposta:

.....

.....

Adesso che hai capito il principio su cui si basa il funzionamento della meridiana, sei in grado di costruirla una eseguendo la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 16**MATERIALE OCCORRENTE**

1 Modello meridiana
1 Righello

1 Pennarello indelebile
Cartoncino

1a Operazione: traccia con un pennarello le due righe perpendicolari passanti per il centro del foro dello gnomone aventi le lunghezze indicate in figura 44a.

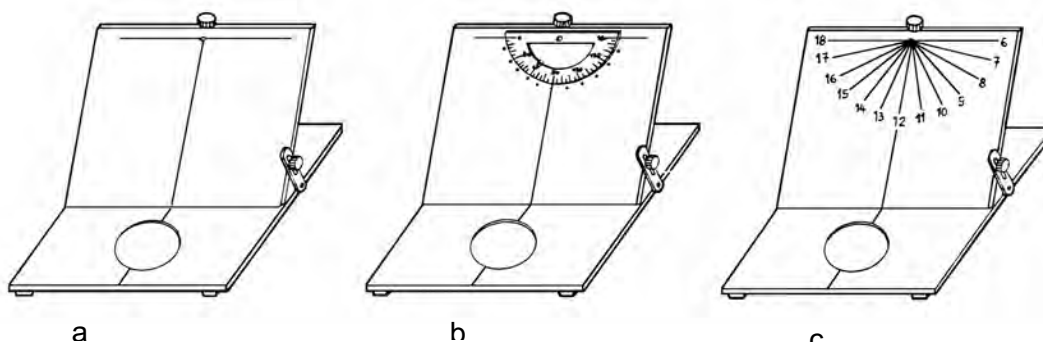


Fig. 44

2a Operazione: introduci lo gnomone nell'apposito foro praticato nel piano della meridiana e fissalo stringendo l'apposito godrone, in modo che sporga di circa 7 cm da entrambi i lati (fig. 45a).

3a Operazione: disponi il goniometro nella posizione indicata in figura 44b e segna un punto ogni 15° .

4a Operazione: con il righello traccia delle linee lunghe 8 cm passanti per il centro del foro e i punti che hai disegnato e scrivi alla fine di ciascuna di esse l'ora corrispondente (fig. 44c).

5a Operazione: ripeti le precedenti operazioni per l'altra faccia della meridiana, facendo in modo che alla stessa riga corrisponda la stessa ora.

6a Operazione: disponi la bussola facendo in modo che i simboli "N" e "S" siano allineati con la linea centrale, come si vede in figura 45b.

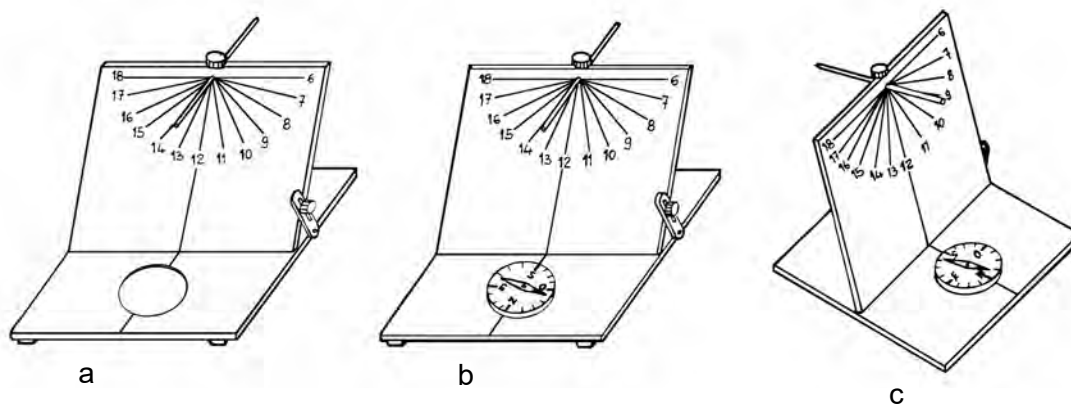


Fig. 45

7a Operazione: porta la tua meridiana in un luogo esposto ai Sole, perfettamente piano. Ruota la base fino a quando l'ago della bussola venga a formare un angolo di 80° Ovest con la direzione Nord-Sud (fig. 45c).

8a Operazione: servendoti del goniometro disegna su un cartoncino un angolo uguale alla latitudine del luogo in cui ti trovi e ritaglialo. Per inclinare correttamente il piano della meridiana disponi il cartoncino come indicato in figura 46 e stringi bene il godrone che fissa il piano della meridiana.

A questo punto la meridiana è pronta per indicare l'ora locale, cioè quella riferita al punto della superficie terrestre in cui è posizionata. Se hai costruito bene la meridiana, a causa della variazione dell'altezza del Sole durante l'anno, l'ombra dello gnomone sarà indicata sulla faccia superiore della meridiana dal 21 marzo al 23 settembre, e sulla faccia inferiore dal 23 settembre al 21 marzo.

Se vorrai, potrai abbellirla con disegni, dipingerla, o anche scrivere una frase significativa sul tema del tempo, come si usa per tutte le meridiane (per esempio "carpe diem", "tempus fugit", ecc.).

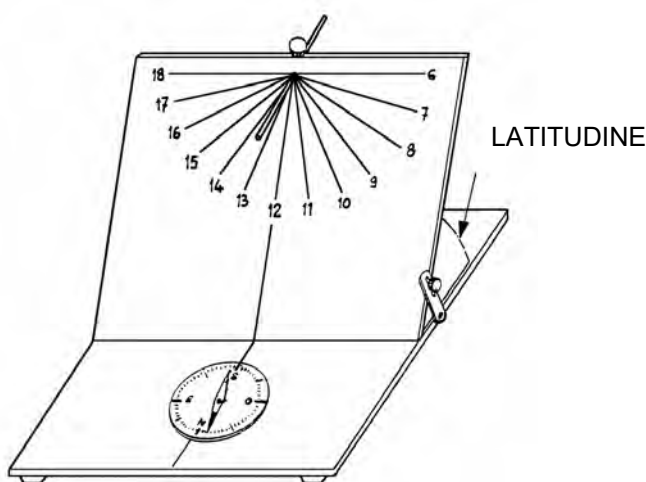


Fig. 46

Assai raramente la meridiana indicherà l'ora indicata dal tuo orologio: questo avviene per tre motivi:

- 1) l'ora che si legge sull'orologio, per esempio a Roma, è quella del fuso orario dell'Europa centrale, relativo alla longitudine 15° Est. Per tutti gli altri punti l'ora è sbagliata di quattro minuti per ogni grado di distanza da tale meridiano. Ad esempio per Roma la cui longitudine è $12^\circ 30'$ Est, e pertanto dista $2^\circ 30'$ dal meridiano del fuso orario, l'errore ammonta a 10 minuti.
- 2) la Terra ruota su se stessa con velocità uniforme, ma si muove intorno al Sole con velocità diversa nei diversi giorni dell'anno. Pertanto il Sole si muove più velocemente nel cielo in certi periodi dell'anno (intorno al 4 gennaio) e si muove più lentamente in altri (intorno ai 4 luglio). Per tenere conto di tale fenomeno si deve correggere l'ora di una quantità variabile in base al giorno dell'anno.
- 3) nel periodo invernale è in vigore l'ora solare, dall'ultima domenica di marzo all'ultima domenica di settembre invece è in vigore l'ora legale, che si ottiene avanzando di un'ora l'orologio. Questa convenzione però non ha nulla a che fare con fenomeni celesti, e la meridiana dunque non ne tiene conto.

Riassumendo, per ottenere l'ora dell'orologio a partire da quella indicata dalla meridiana si deve eseguire il seguente calcolo:

ORA dell'orologio = ORA della meridiana +
 ERRORE dovuto alla longitudine + o -
 SCARTO dovuto alla diversa velocità della Terra + o -
 ORA legale

In particolari periodo dell'anno lo scarto arriva a 1 ora e 17 minuti! Come si vede le meridiane sono orologi molto scomodi, per questo sono ormai caduti in disuso, ma sono molto apprezzate per il loro valore storico.

14) SE L'ASSE TERRESTRE NON FOSSE INCLINATO

Nella scheda numero 7 riguardante i moti della Terra hai potuto constatare che l'asse intorno al quale ruota la Terra è inclinato di 23° rispetto alla verticale sul piano dell'orbita (fig. 47).

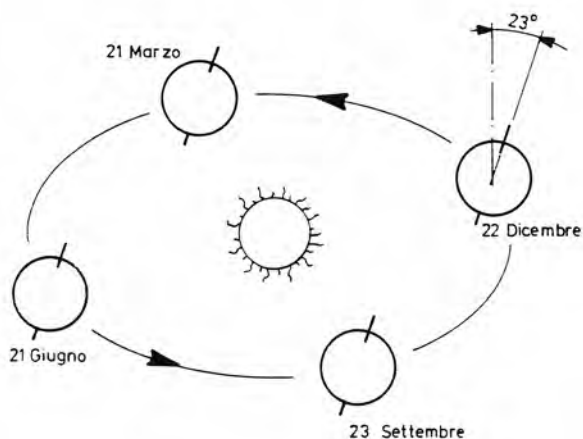


Fig. 47

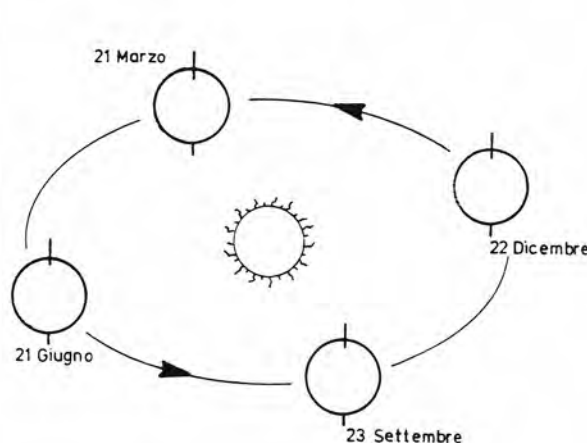


Fig. 48

Ti sei mai chiesto come cambierebbe la nostra vita se invece l'asse di rotazione fosse perpendicolare al piano dell'orbita come mostrato in figura 48?

Lo puoi capire eseguendo la seguente esperienza.

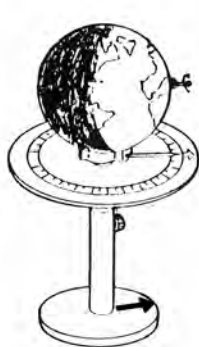
ESPERIENZA N. 17

MATERIALE OCCORRENTE

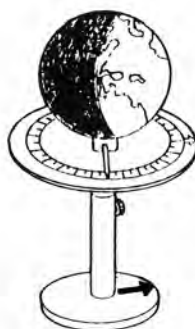
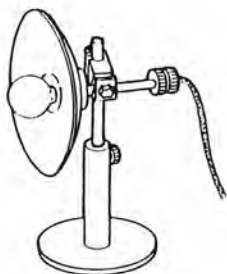
- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1 Supporto sistema Terra-Luna | 1 Supporto universale |
| 1 Disco orario | 1 Asta metallica |
| 1 Perno lineare | 1 Morsetto |
| 1 Globo terrestre | 1 Proiettore ottico |
| 1 Omino | 1 Freccia con clip |

1a Operazione:

Prepara il dispositivo di figura 49a.



a



b



Fig. 49

- 2a Operazione:** ruota la freccia con clip in modo da allinearla con il meridiano passante per l'Italia.
- 3a Operazione:** ruota il globo fino a quando il punto della superficie terrestre nel quale è disposto l'omino (la città di Roma) si trova al confine tra la zona buia e quella illuminata (fig. 49b). La punta della freccia ti indica l'ora in cui sorge il Sole.
- 4a Operazione:** ruota il globo fino a quando l'abitante di Roma resta nell'arco diurno. In questo caso la freccia con clip ti indica l'ora in cui tramonta il Sole a Roma il 22 dicembre. Prendi nota della durata dell'arco diurno e dell'arco notturno.
- 5a Operazione:** ripeti l'esperienza per il punto situato agli antipodi di Roma e per un punto all'equatore, completando la seguente tabella.

Località	Il Sole sorge alle ore	Il Sole tramonta alle ore	Durata dell'arco diurno	Durata dell'arco notturno
Roma				
Equatore				
Nuova Zelanda				

Domanda: Trovi differenza tra la durata dell'arco diurno e la durata dell'arco notturno in corrispondenza delle varie latitudini?

Risposta:

.....

.....

Completa la seguente frase.

Se l'asse di rotazione terrestre non fosse inclinato

.....

6a Operazione: ripeti la precedente operazione prendendo nota della durata dell'arco diurno e dell'arco notturno ma disponendo la Terra nelle varie posizioni indicate in figura 48.

Domanda: Trovi differenza tra la durata dell'arco diurno e la durata dell'arco notturno nei diversi giorni dell'anno?

Risposta:

.....

.....

Completa la seguente frase.

Se l'asse di rotazione terrestre non fosse inclinato

.....

15) CONSEGUENZE DELL'INCLINAZIONE DELL'ASSE

Con l'esperienza n. 17 eseguita nella precedente scheda, hai potuto verificare che se l'asse terrestre non fosse inclinato, la durata del dì e della notte sarebbe la stessa per tutte le latitudini e in tutti i giorni dell'anno. Invece con le esperienze 10 e 11 della scheda 9 hai potuto verificare che a causa dell'inclinazione dell'asse terrestre la durata del dì varia con la latitudine, ma soprattutto è diversa nei diversi giorni dell'anno. Precisamente nell'emisfero boreale è maggiore d'estate che non d'inverno. Il dì e la notte hanno la stessa durata soltanto in due giorni dell'anno: il 21 marzo ed il 23 settembre, cioè all'equinozio di primavera e a quello di autunno.

L'inclinazione dell'asse provoca altre due importanti conseguenze: nei diversi giorni dell'anno variano anche l'altezza del Sole a mezzogiorno e l'irraggiamento solare. Analizziamo in questa scheda il primo dei due fenomeni, rimandando alla prossima scheda la descrizione del secondo.

Puoi simulare come varia l'altezza del Sole a mezzogiorno durante l'anno eseguendo la seguente esperienza.

MATERIALE OCCORRENTE

ESPERIENZA N. 18

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1 Supporto sistema Terra-Luna | 1 Supporto universale |
| 1 Perno inclinato di 23° | 1 Modello dei raggi solari |
| 1 Globo con magnete | 1 Goniometro con ago |

1a Operazione:

allestisci l'apparecchiatura nel modo indicato in figura 50 facendo in modo che il perno sia inclinato in direzione opposta alla freccia sulla base del sostegno. Tale disposizione simula il mezzogiorno del 22 dicembre.

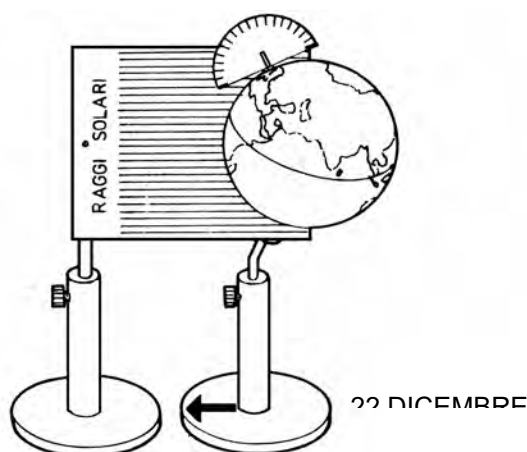


Fig. 50

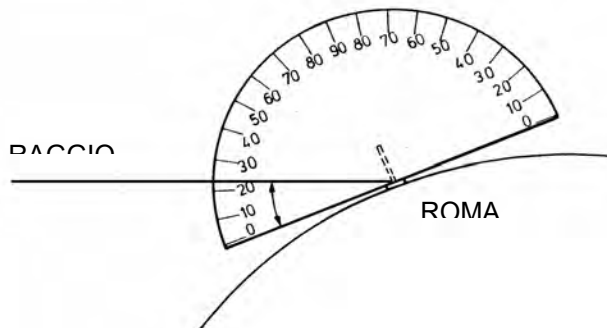


Fig. 51

2a Operazione:

facendo riferimento alla figura 51 l'altezza del Sole a mezzogiorno per l'abitante di Roma è l'angolo compreso tra il raggio di Sole che passa per il punto dove si trova Roma e l'orizzonte, che coincide con la base del goniometro.

3a Operazione:

ripeti la precedente operazione simulando la posizione della Terra rispetto al Sole al 21 marzo, al 21 giugno e al 23 settembre, come indicato in figura 52. Prendi nota ogni volta dell'altezza del Sole e completa la relativa tabella.

	22 dicembre	21 marzo	21 giugno	23 settembre
Altezza del Sole a mezzogiorno				

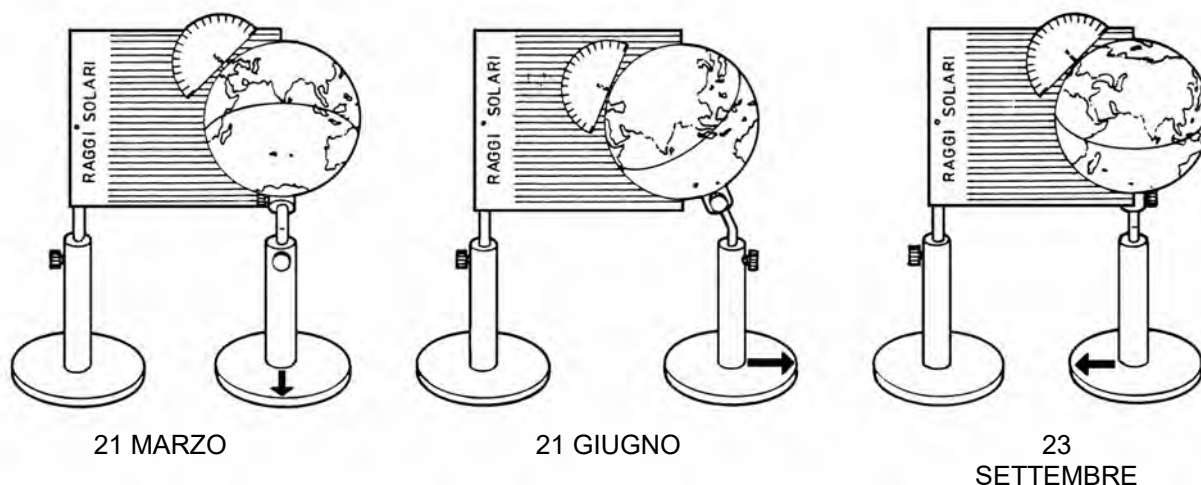


Fig. 52

Sarà molto istruttivo confrontare i dati ottenuti con la precedente simulazione con quelli che otterrai da misure dirette eseguendo la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 19

MATERIALE OCCORRENTE

1 Apparecchio per lo studio del Sole

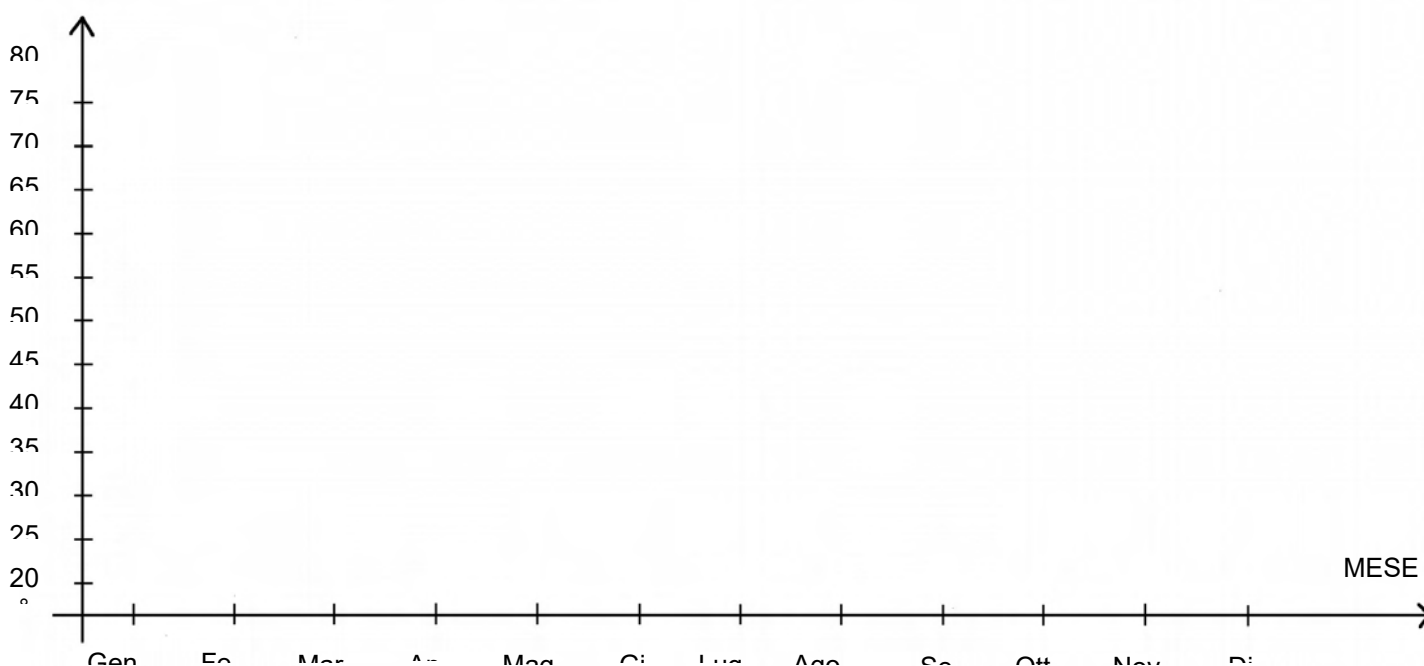
1a Operazione:

misura l'altezza del Sole a mezzogiorno una volta alla settimana, con l'apparecchio che hai già utilizzato nella scheda 10. Dal momento che, come già visto nella scheda 13, il mezzogiorno vero non coincide con quello indicato dall'orologio, per sapere quando eseguire la misurazione, fai riferimento all'ora indicata dalla meridiana.

2a Operazione:

raccogli i dati ottenuti in una tabella e riportali nel seguente sistema di riferimento.

ALTEZZA DEL SOLE
A MEZZOGIORNO



Domanda: In quale periodo dell'anno l'altezza del Sole a mezzogiorno cresce?

Risposta:

Domanda: In quale periodo dell'anno l'altezza del Sole a mezzogiorno decresce?

Risposta:

Domanda: In un anno bisestile quante sono le coppie di giorni nei quali l'altezza del Sole a mezzogiorno è la stessa?

Risposta:

Domanda: Esistono 3 giorni nello stesso anno in cui il Sole a mezzogiorno ha la stessa altezza?

Risposta:

La figura 53 rappresenta l'arco diurno nei giorni in cui l'altezza del Sole a mezzogiorno è massima e minima. Completala scrivendo la data in corrispondenza delle due posizioni.

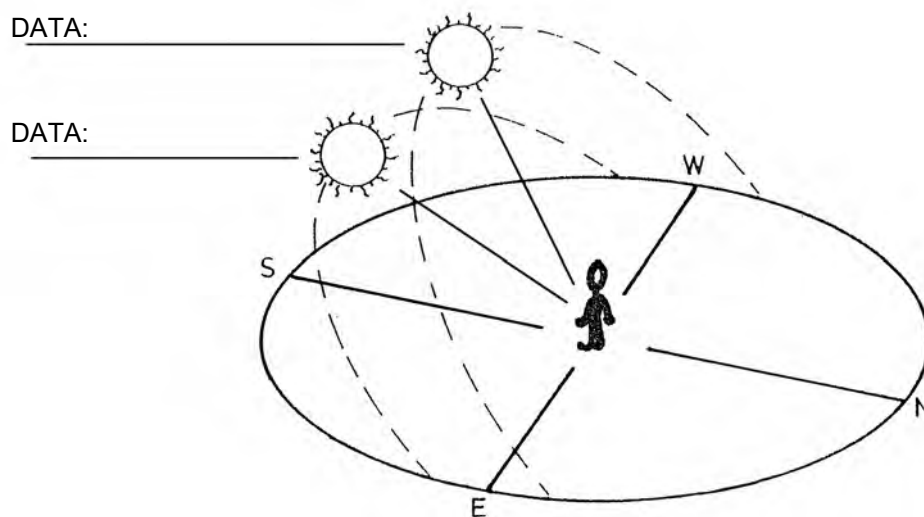


Fig. 53

Domanda: È sempre vero che il Sole sorge esattamente nel punto cardinale Est e tramonta esattamente nel punto cardinale Ovest?

Risposta:

Domanda: In quali giorni dell'anno ciò si verifica?

Risposta:

Domanda: Il giorno 1 maggio, il Sole sorge in un punto dell'orizzonte spostato verso Sud o verso Nord, rispetto al punto cardinale Est? Perché?

Risposta:

16) L'IRRAGGIAMENTO SOLARE

L'energia luminosa proveniente dal Sole non si distribuisce sulla superficie terrestre in modo uniforme, ma varia secondo la latitudine e la data. Questo avviene perché l'energia trasmessa da una data sezione di raggi solari può distribuirsi su aree più o meno grandi della superficie terrestre, per cui quanto maggiore è la superficie investita, tanto minore sarà la quantità di energia ricevuta dall'unità di superficie (fig. 54).

Ti puoi rendere conto di questo fatto proiettando il fascio luminoso di una torcia su un foglio di carta bianca, come illustrato in figura 55. Quando il fascio arriva sul foglio in direzione perpendicolare la superficie investita è piccola ma intensamente illuminata, se invece tieni inclinata la torcia la superficie investita è più estesa ma debolmente illuminata.

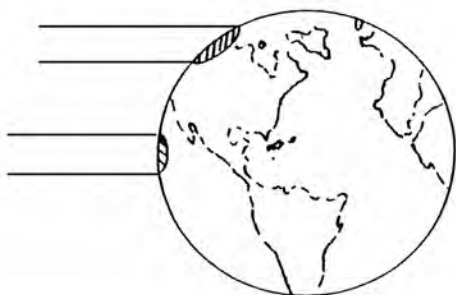


Fig. 54

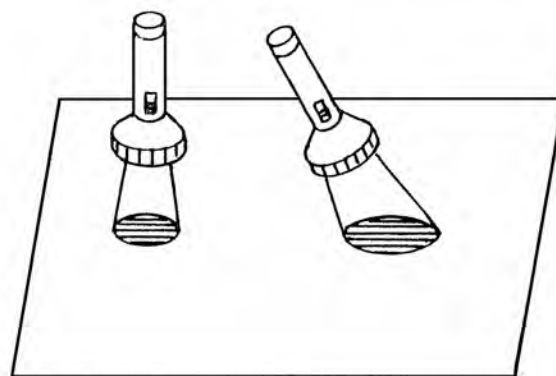


Fig. 55

Puoi simulare il diverso irraggiamento solare della superficie terrestre eseguendo la seguente esperienza in una giornata di sole.

ESPERIENZA N. 20

MATERIALE OCCORRENTE

1 Apparecchio per lo studio del Sole

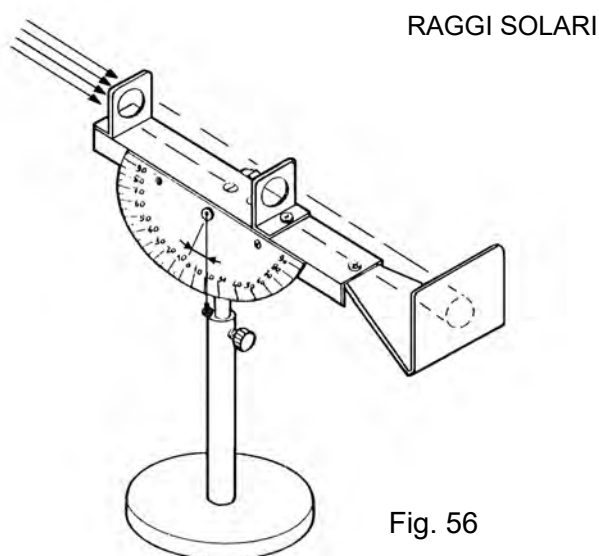
- 1a Operazione:** disponi l'apparecchio illustrato in figura 56 in modo che l'immagine sullo schermo bianco sia un perfetto cerchio luminoso. Prendi nota dell'altezza del Sole, indicata dal goniometro.
- 2a Operazione:** allestisci adesso l'apparecchio nel modo indicato in figura 57a facendo in modo che il perno sia inclinato dalla parte opposta rispetto allo schermo forato, e che l'inclinazione dell'apparecchio sia quella letta precedentemente. Solo così sarai sicuro che il Sole incida perpendicolarmente sullo schermo forato.
- 3a Operazione:** infila il globo terrestre sul perno, come mostrato in figura 57b. Tale situazione simula la posizione della Terra al 22 dicembre (solstizio d'inverno).

Domanda: In corrispondenza di quale parallelo il Sole incide perpendicolarmente?

Risposta:

Domanda: In questo stesso giorno l'irraggiamento solare all'equatore è maggiore o minore di quello al tropico del capricorno?

Risposta:



Domanda: Qual è la zona della Terra in cui non arriva mai il Sole il 22 dicembre?

Risposta:

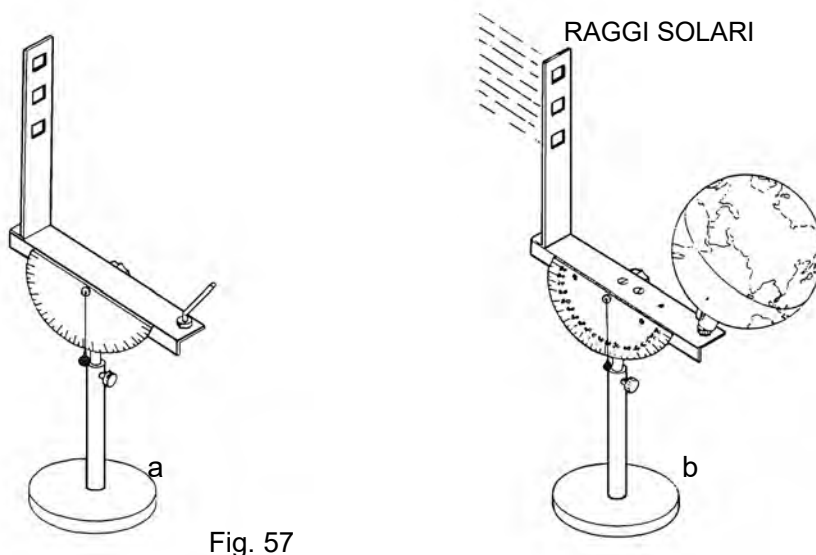
4a Operazione: rifai la precedente esperienza cambiando solamente l'inclinazione del perno in modo che sia rivolta verso il Sole. Tale situazione corrisponde al 21 giugno (solstizio d'estate).

Domanda: Qual è adesso il parallelo in corrispondenza del quale il Sole incide perpendicolarmente sulla superficie terrestre?

Risposta:

Domanda: Qual è la zona della Terra in cui non arriva mai il Sole il 21 giugno?

Risposta:



17) LE STAGIONI

Durante un anno si alternano quattro stagioni astronomiche la cui durata è riportata nella seguente tabella:

STAGIONE	INIZIO	FINE	DURATA
INVERNO	22 dicembre	21 marzo	89 giorni 1 ora
PRIMAVERA	21 marzo	21 giugno	92 giorni 21 ore
ESTATE	21 giugno	23 settembre	93 giorni 14 ore
AUTUNNO	23 settembre	22 dicembre	89 giorni 18 ore

La diversa lunghezza delle stagioni è dovuta al fatto che la velocità della Terra non è costante tutto l'anno, per cui il moto apparente del Sole nel cielo, come già visto nella scheda riguardante le meridiane, non è costante. Avrai anche tu notato che durante le stagioni variano le ore di luce diurna e la temperatura media. Per cui cambiano i ritmi che regolano la vita sia nel mondo animale che vegetale. In base alle esperienze fin qui eseguite sei in grado di capire il fenomeno delle stagioni; per verificarlo esegui i esercizi seguenti.

Completa la seguente frase

Se l'asse terrestre non fosse inclinato, ovunque e in qualunque periodo dell'anno il dì durerebbe ore e la notte durerebbe ore. Dal momento che l'asse terrestre è inclinato di gradi rispetto alla perpendicolare al piano dell'orbita terrestre, durante l'anno variano sia la del dì e della notte, sia 1' del Sole a mezzogiorno.

Inoltre il Sole sorge esattamente in corrispondenza del punto cardinale Est e tramonta in corrispondenza del punto cardinale Ovest soltanto in due giorni dell'anno: il e il, che sono chiamati perché il dì dura tanto quanto la notte. Il 21 giugno, data del d'estate il dì ha durata, il 22 dicembre, data del d'inverno invece il dì ha durata Dal 21 marzo al 23 settembre il Sole sorge e tramonta in punti dell'orizzonte spostati verso rispetto ai punti cardinali Est e Ovest, invece dal 23 settembre al 21 marzo il Sole sorge e tramonta in punti dell'orizzonte spostati verso rispetto ai punti cardinali Est e Ovest.

Quesito: Qual è il fenomeno astronomico che determina il dì e la notte?

- Il moto di rivoluzione della Terra intorno al Sole;
- Il moto di rotazione della Terra intorno al proprio asse;
- L'inclinazione dell'asse terrestre.

Quesito: Qual è la causa del fatto che il dì e la notte non hanno la stessa durata nell'arco di un anno?

- Il moto di rivoluzione della Terra intorno al Sole;
- Il moto di rotazione della Terra intorno al proprio asse;
- L'inclinazione dell'asse terrestre.

Quesito: Per quali dei seguenti motivi nell'emisfero boreale la temperatura estiva è più alta di quella invernale?

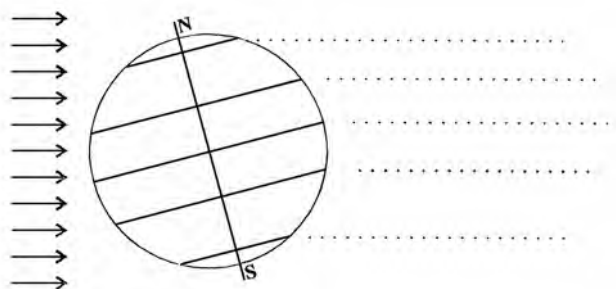
- ☐ Perché d'estate l'arco diurno è più lungo
- ☐ Perché l'irraggiamento è più intenso in estate
- ☐ Perché la terra d'estate è più vicina al Sole
- ☐ Perché l'atmosfera assorbe più calore d'inverno
- ☐ Perché il Sole d'estate è più alto sull'orizzonte

Quesito: Quali tra le seguenti affermazioni sono vere?

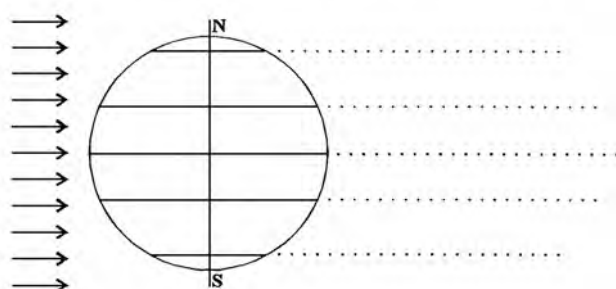
- ☐ Quando a Roma è estate a New York è inverno
- ☐ Quando a Roma è estate a Rio de Janeiro è inverno
- ☐ Quando a Roma è estate a Tokio è inverno
- ☐ Quando al polo Sud è estate, al polo Nord inizia la primavera
- ☐ Quando a Roma inizia l'autunno a Buenos Aires inizia la primavera
- ☐ Se al polo Nord il Sole non sorge mai allora a Roma è inverno
- ☐ Se al polo Sud c'è il Sole a mezzanotte allora a Roma è estate
- ☐ Se a Calcutta il Sole a mezzogiorno cade a perpendicolo allora è il 21 giugno
- ☐ Se in una data località il Sole sorge esattamente ad Est è il 23 settembre o il 21 marzo
- ☐ Se in una data località il Sole sorge più a Nord del punto cardinale Est allora è il 21 giugno

Scrivi la data esatta e completa le figure scrivendo il nome dei paralleli segnati.

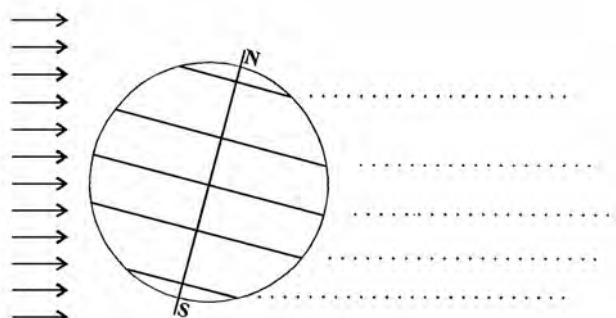
Data:
.....



Data:
.....



Data:
.....



18) IL SATELLITE DELLA TERRA: LA LUNA

La Luna, l'unico satellite naturale della Terra, è un corpo sferico privo di acqua e di atmosfera. Il suo diametro è di circa 3500 chilometri, quasi un quarto del diametro terrestre. Essa, oltre a ruotare intorno alla Terra, ruota anche intorno al proprio asse.

Dal momento che il tempo impiegato a ruotare intorno alla Terra è uguale al tempo impiegato a compiere un giro completo su se stessa, la Luna ci mostra sempre la stessa faccia. Di questo ti puoi rendere conto eseguendo questa semplicissima esperienza in collaborazione con due tuoi compagni A e B.

ESPERIENZA N. 21

1a Operazione: invita il compagno A a stare al centro della stanza: esso rappresenta l'osservatore terrestre. B invece si dovrà mettere ad osservare la scena in un angolo della stanza, come se si trovasse in un astronave.

2a Operazione: tu descrivi un giro completo intorno al compagno A volgendo sempre il tuo viso verso di esso, il quale dovrà sempre guardarti (fig. 58).

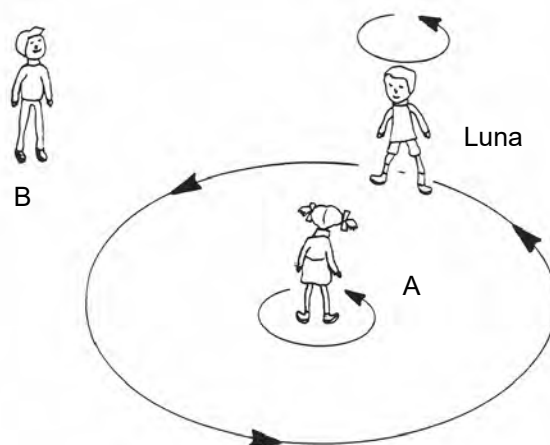


Fig. 58

Domanda: Quale movimento ti ha visto descrivere il compagno A?

Risposta:

Domanda: Quali movimenti ti ha visto descrivere il compagno B?

Risposta:

Domanda: Mentre hai compiuto un giro intorno al compagno A, quanti giri hai fatto su te stesso?

Risposta:

Già ad occhio nudo la Luna mostra delle macchie scure che prendono il nome di Mari, anche se non c'è traccia di acqua sulla Luna, ma per consuetudine, da quando Galileo li chiamò in questo modo, si utilizza ancora questa denominazione. Esse sono distese di polvere finissima lasciata dall'impatto degli asteroidi sul suolo lunare. La superficie della Luna è segnata da moltissimi crateri: con un modesto telescopio se ne vedono circa 30.000. Il loro diametro varia da qualche metro a oltre 240 chilometri. Anche sulla Terra sono caduti moltissimi asteroidi, ma i crateri sono stati erosi dall'acqua e dal vento, sono stati ricoperti dalla vegetazione, oppure sono caduti in mare, cosicché il numero di crateri terrestri non supera il centinaio. Invece la Luna non possiede né acqua né atmosfera in grado di cancellare questi crateri, che così rimangono intatti per miliardi di anni.

19) LE FASI LUNARI

Avrai notato che non sempre vediamo nel cielo la stessa porzione di Luna. Questo fenomeno, noto come **fasi lunari**, è una conseguenza del moto di rivoluzione della Luna intorno alla Terra, che dura un mese. Sulla durata di tale movimento è necessario fare una distinzione tra **mese siderale** e **mese sinodico**. Distinzione che potrai capire eseguendo la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 22

MATERIALE OCCORRENTE

1 Supporto sistema Terra-Luna	1 Supporto universale
1 Disco delle fasi lunari con perno	1 Asta metallica
1 Braccio con Luna	1 Morsetto
1 Globo terrestre	1 Proiettore ottico
1 Omino	

1a Operazione:

prepara il particolare illustrato in figura 59a facendo in modo che l'inclinazione del perno sia opposta alla freccia tracciata sulla base del supporto. Blocca infine il disco delle fasi lunari rivolgendo l'immagine della Luna Nuova verso il proiettore.

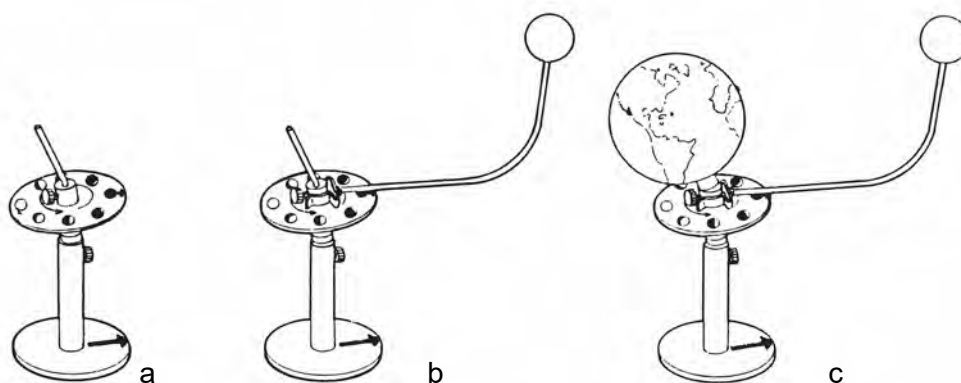


Fig. 59

2a Operazione:

infilare il clip sul mozzo come illustrato in figura 59b.

3a Operazione:

infilare il globo terrestre sul perno (fig. 59c).

4a Operazione:

monta l'apparecchiatura illustrata in figura 60 facendo in modo che l'omino, la Luna e il Sole siano allineati. Tale situazione per l'omino corrisponde alla fase di Luna Nuova, cioè quando la Luna si trova nella stessa direzione del Sole (fig. 61).

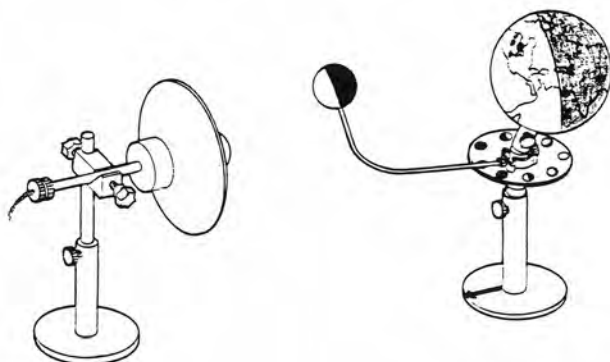


Fig. 60

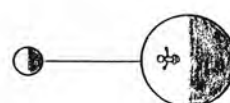


Fig. 61

5a Operazione: ruota lentamente la Luna intorno alla Terra in senso antiorario di 360° . Si definisce **mese siderale** il tempo che la Luna impiega per compiere una rotazione completa intorno alla Terra (fig. 62).

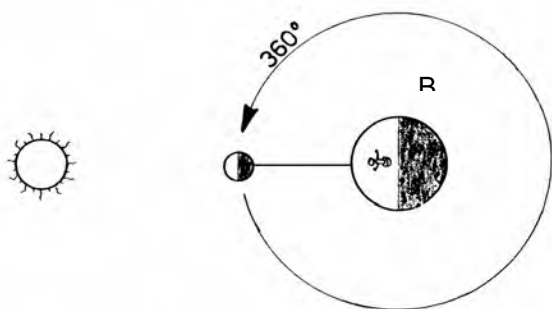


Fig. 62

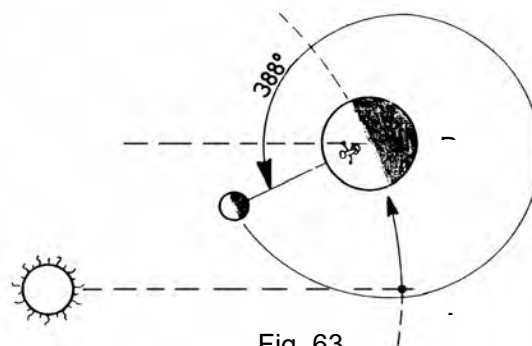


Fig. 63

Domanda: Secondo l'omino la Luna è ritornata nella posizione iniziale?

Risposta:

Domanda: L'omino vede ancora la Luna nella stessa direzione del Sole?

Risposta:

6a Operazione: noi sappiamo però che la Terra si muove intorno al Sole (moto di rivoluzione) per cui mentre la Luna compie un giro intorno alla Terra, la Terra si sposta lungo la sua orbita dal punto A al punto B, come indicato in figura 63. Per realizzare tale situazione modifica il dispositivo precedente.

Domanda: Tenendo conto del movimento di rivoluzione della Terra, l'omino vede ancora la Luna allineata con il Sole?

Risposta:

Domanda: Cosa deve succedere affinché l'omino veda di nuovo la Luna allineata con il Sole?

Risposta:

Domanda: Si definisce **mese sinodico** l'intervallo di tempo tra due successivi allineamenti della Luna con il Sole, ovvero l'intervallo di tempo tra due Lune nuove. È più lungo il mese siderale o il mese sinodico?

Risposta:

Domanda: Sapendo che il mese siderale, durante il quale la Luna descrive un angolo di 360° , dura 27 giorni 7 ore e 40 minuti (27,32 giorni), quanto dura il mese sinodico, durante il quale la Luna descrive un angolo di 388° ?

Risposta:

Il mese sinodico (da synodos = congiunzione) dunque è l'intervallo di tempo tra due successive congiunzioni della Luna con il Sole e dura 29 giorni e 12 ore. Dato che le fasi lunari sono determinate dalla posizione reciproca di Sole, Terra e Luna, esse hanno una periodo uguale al mese sinodico. Per questo motivo le fasi lunari sono state utilizzate per realizzare il primo calendario della storia.

Potrai simulare le fasi lunari eseguendo la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 23

MATERIALE OCCORRENTE

1 Supporto sistema Terra-Luna	1 Supporto universale
1 Disco delle fasi lunari con perno	1 Asta metallica
1 Braccio con Luna	1 Morsetto
1 Globo terrestre	1 Proiettore ottico
1 Omino	1 Tubo per visione

1a Operazione:

allestisci l'apparecchiatura illustrata in figura 64 e blocca il disco delle fasi lunari rivolgendo la freccia della Luna nuova verso il proiettore.

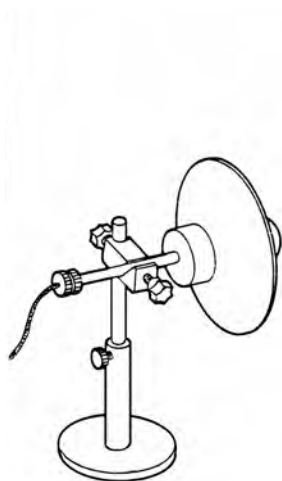


Fig. 64

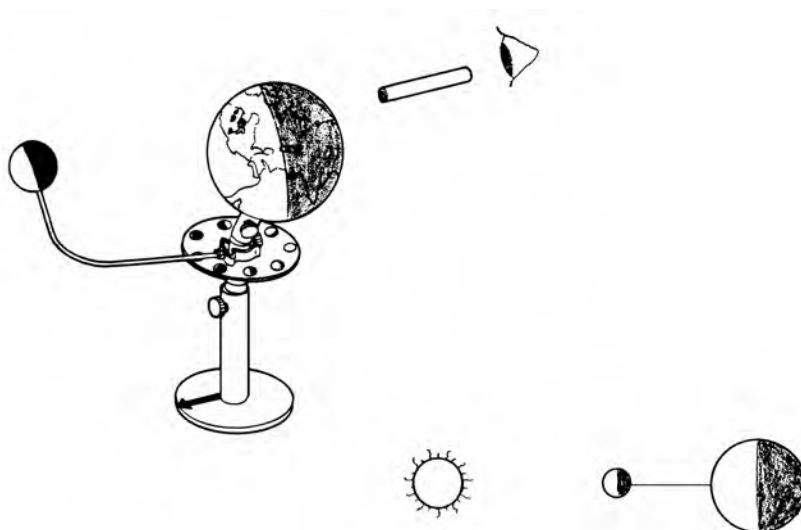


Fig. 65

2a Operazione:

fai ruotare il braccio della Luna finché essa si trova esattamente tra Sole e Terra (fig. 65).

Domanda: l'osservatore terrestre vede la Luna nel cielo? Perché? Per rispondere a questa domanda osserva la Luna attraverso il tubo per visione.

Risposta:

3a Operazione:

ruota la Luna in senso antiorario di 90°, simulando così la situazione al primo quarto di Luna (fig. 66).

Domanda: L'osservatore terrestre come vede la Luna? Anche in questo caso prima di rispondere osserva la Luna attraverso il tubo per visione.

Risposta:

Domanda: Quando sorge la Luna per l'osservatore terrestre?

Risposta:
.....



Fig. 66



Fig. 67



4a Operazione: ruota ancora la Luna finché si trova in opposizione rispetto al Sole (rotazione di 180°). Questa situazione corrisponde alla Luna piena. Osserva con il tubo per visione disposto come in fig. 67.

Domanda: L'osservatore terrestre come vede la Luna?

Risposta:
.....

Domanda: Quando sorge la Luna per l'osservatore terrestre?

Risposta:
.....

5a Operazione: ruota ancora la Luna fino a disporla in corrispondenza dell'ultimo quarto. Osserva con il tubo per visione.

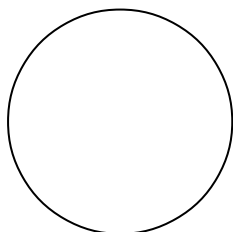
Domanda: L'osservatore terrestre come vede la Luna?

Risposta:
.....

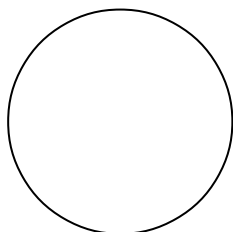
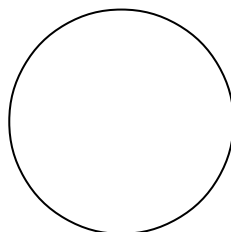
Domanda: Quando sorge la Luna per l'osservatore terrestre?

Risposta:
.....

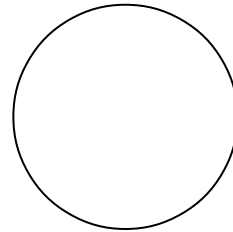
Completa i disegni rappresentando la Luna come è vista dall'osservatore terrestre durante le diverse fasi lunari.



LUNA NUOVA

LUNA AL PRIMO
QUARTO

LUNA PIENA

LUNA ALL'ULTIMO
QUARTO

Le fasi lunari sono la conseguenza del della Luna intorno alla

Dapprima l'osservatore terrestre non vede la Luna (Luna Nuova), perché la Luna si trova fra la Terra e il Sole, e sorge e tramonta insieme al Sole. A mano a mano che passano i giorni la parte della Luna illuminata e la Luna si sposta nel cielo verso ritardando così l'ora del suo sorgere e del suo tramontare.

Nella fase di primo quarto la Luna sorge a e tramonta a

Nella fase di Luna piena, invece, la Luna sorge quando il Sole e tramonta quando il Sole

Nella fase di ultimo quarto la Luna sorge a e tramonta a

Domanda: Se al mattino presto vedi la Luna illuminata a metà, siamo nella fase di primo quarto o di ultimo quarto?

Risposta:

Domanda: La fase lunare dipende dalla latitudine a cui si trova l'osservatore terrestre?

Risposta:

La luce cinerea

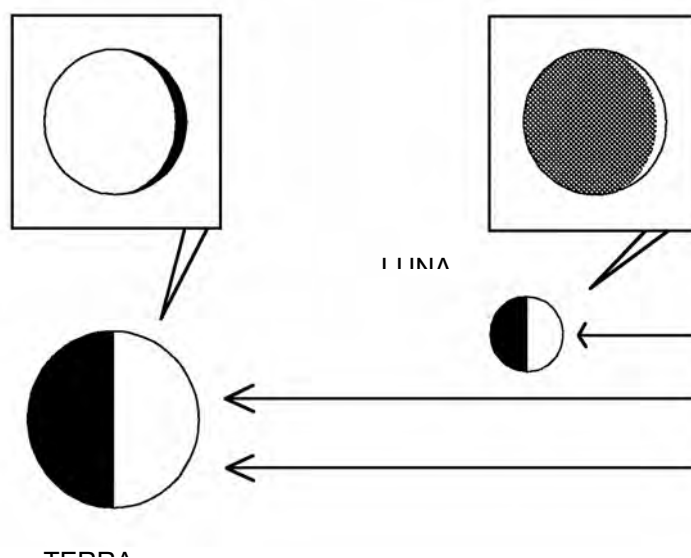
Un fenomeno collegato alle fasi lunari e molto bello da osservare è la **luce cinerea**, la cui origine rimase oscura finché Leonardo da Vinci non ne fornì la corretta spiegazione. Se in prossimità della Luna nuova osservi la Luna, ti accorgi che è illuminata soltanto una falce sottile. Il resto del disco lunare però non è buio, ma illuminato da un debole chiarore color cenere, per questo chiamato luce cinerea.

Questo fenomeno deriva dal fatto che Terra e Luna hanno le fasi reciproche: quando la Luna è al primo quarto, dalla Luna la Terra appare all'ultimo quarto, quando la Luna è piena la Terra appare nuova, e quando la Luna è nuova la Terra appare piena.

È proprio questo il caso che riguarda la luce cinerea.

La figura rappresenta la situazione due giorni dopo la Luna nuova. Come si vede, la Terra dalla Luna appare quasi completamente illuminata, ma dal momento che la Terra è più grande della Luna, la sua luminosità è circa 80 volte maggiore.

Questo intenso chiarore che illumina la Luna e che viene riflesso sulla Terra è la causa della luce cinerea.



20) LE ECLISSI

Le eclissi sono certamente il fenomeno astronomico più spettacolare. Durante le eclissi di Luna il nostro satellite diviene sempre più rossiccio fino ad assumere un aspetto decisamente bruno. Il vero spettacolo però è costituito dall'eclisse di Sole. Durante il dì improvvisamente il Sole scompare e cala la notte, e per questo mutamento repentino i cani iniziano ad abbaiare e tutti gli animali sono in agitazione. Gli antichi credevano che durante le eclissi di Sole un drago stesse per inghiottire il Sole, e per questo si mettevano tutti ad urlare per spaventare il drago. Naturalmente il loro sforzo veniva premiato perché pochi minuti dopo il Sole tornava a splendere nel cielo come se nulla fosse accaduto. Le eclissi di Sole e di Luna sono semplicemente dovute alla posizione reciproca del Sole, della Terra e della Luna. Per capire come e quando avviene un'eclisse di Luna, esegui la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 24

MATERIALE OCCORRENTE

1 Supporto sistema Terra-Luna	1 Supporto universale
1 Disco delle fasi lunari con perno	1 Asta metallica
1 Braccio con Luna	1 Morsetto
1 Globo terrestre	1 Proiettore ottico
1 Omino	1 Tubo per visione

ECLISSI DI LUNA

1a Operazione: allestisci l'apparecchiatura illustrata in figura 68.

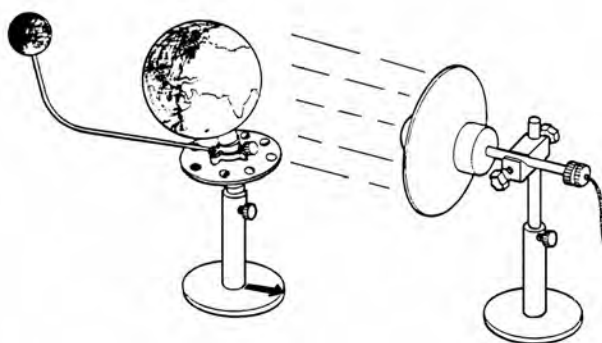


Fig. 68

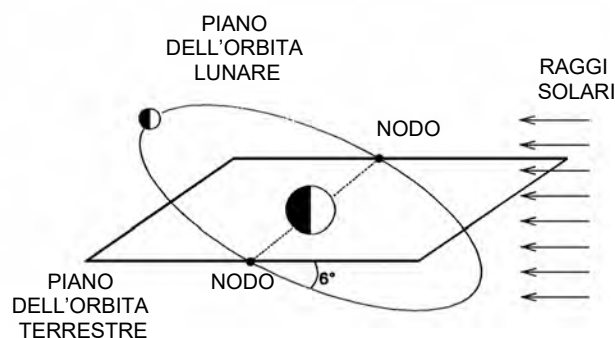


Fig. 69

2a Operazione: ruota lentamente il braccio della Luna in senso antiorario. Osserva cosa succede in prossimità della posizione corrispondente alla Luna piena.

Domanda: Cosa vede l'osservatore terrestre durante un'eclisse di Luna?

Risposta:

Domanda: Il passaggio dalla luce all'oscurità è netto o graduale?

Risposta:

Domanda: In corrispondenza di quale fase lunare si verificano le eclissi di Luna? Perché?

Risposta:

Nella realtà la Luna assume un colore rossastro perché la Luce solare è deviata dall'atmosfera terrestre. Lo stesso fenomeno accade all'alba o al tramonto, quando vediamo l'orizzonte e il disco del Sole che diventano di colore rosso vivo.

Osservazione: le eclissi di Luna non si verificano ogni mese. Infatti normalmente si vede la Luna piena, e le eclissi accadono raramente. Questo accade perché il piano dell'orbita lunare è inclinato di 6° sul piano dell'orbita terrestre, per cui non sempre il Sole, la Terra e la Luna si trovano perfettamente allineati. Accade invece che la Luna si trovi sopra o sotto l'ombra proiettata dalla Terra (fig. 69). Il dispositivo di simulazione tiene conto di questo fatto: se osservi attentamente il perno del disco delle fasi lunari, ti accorgerai che l'inclinazione del braccio della Luna è diversa da quella del globo terrestre. Dato però che il modello non è in scala (la Luna andrebbe posta a circa 5 metri) è necessario allestire l'apparecchiatura come illustrato in figura 68. Tale disposizione però non deve trarti in inganno: le eclissi di Luna non avvengono soltanto durante l'inverno!

Le prossime eclissi di Luna visibili dall'Italia sono riportate nella tabella seguente.

DATA	INGRESSO CONO PENOMBRA	INGRESSO CONO OMBRA	INIZIO TOTALITÀ	MASSIMA OSCURAZIONE TIPO DI ECLISSI	FINE TOTALITÀ	USCITA CONO OMBRA	USCITA CONO PENOMBRA	MAGNITUDO
15-06-2011	17:23	18:23	19:22	20:13 Totale	21:03	22:02	23:02	1706
25-04-2013	18:02	19:52	/	20:07 Parziale	/	20:23	22:13	19
25-05-2013	03:43	/	/	04:10 Penombra parziale	/	/	04:37	00.04.00
18-10-2013	21:48	/	/	23:50 Penombra parziale	/	/	01:52	792
28-09-2015	00:10	01:07	02:11	02:47 Totale	03:24	04:28	05:24	1282
16-09-2016	16:53	/	/	18:54 Penombra parziale	/	/	20:56	933
11-02-2017	22:32	/	/	00:44 Penombra parziale	/	/	02:56	1015
07-08-2017	15:48	17:22	/	18:21 Parziale	/	19:19	20:53	250
27-07-2018	17:13	18:24	19:30	20:22 Totale	21:14	22:20	23:31	1613
21-01-2019	02:35	03:34	04:41	05:12 Totale	05:44	06:51	07:50	1201
16-07-2019	18:42	20:01	/	21:31 Parziale	/	23:00	00:20	659
10-01-2020	17:06	/	/	19:10 Penombra parziale	/	/	21:15	920
05-06-2020	17:44	/	/	19:25 Penombra parziale	/	/	21:07	594
05-07-2020	03:04	/	/	04:30 Penombra parziale	/	/	05:56	381
16-05-2020	01:38	02:28	03:29	04:11 Totale	04:53	05:55	06:43	1,216

Potrai invece simulare le eclissi di Sole eseguendo la seguente esperienza. .

ESPERIENZA N. 25

MATERIALE OCCORRENTE

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| 1 Supporto sistema Terra-Luna | 1 Supporto universale |
| 1 Disco delle fasi lunari con perno | 1 Asta metallica |
| 1 Braccio con Luna | 1 Morsetto |
| 1 Globo terrestre | 1 Proiettore ottico |
| 1 Omino | 1 Tubo per visione |

ECLISSI DI SOLE

1a Operazione:

allestisci l'apparecchiatura illustrata in figura 70 avendo cura questa volta di rivolgere la freccia alla base del supporto Terra-Luna verso il proiettore.

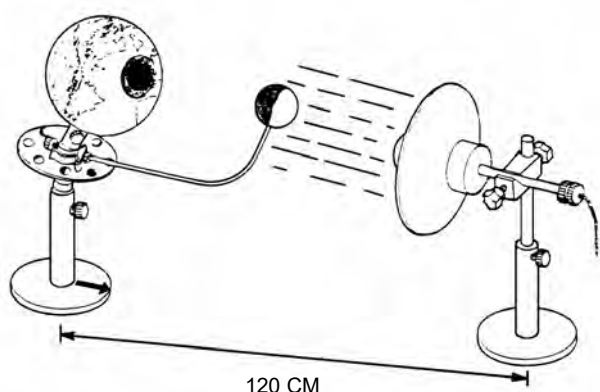


Fig. 70

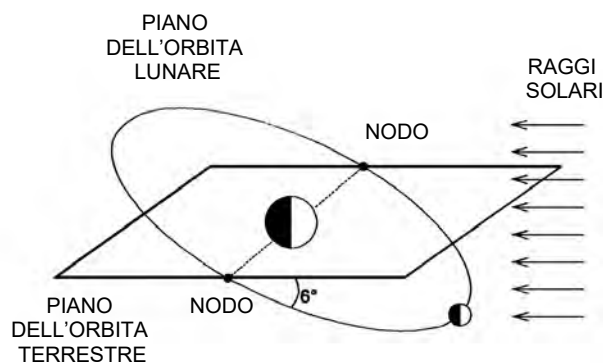


Fig. 71

2a Operazione: ruota lentamente il braccio della Luna in senso antiorario. Osserva cosa succede in prossimità della Luna nuova.

Domanda: Cosa vedi sulla superficie terrestre?

Risposta:

Domanda: L'ombra proiettata dalla Luna ha i contorni netti o sfumati?

Risposta:

Domanda: In corrispondenza di quale fase lunare si verificano le eclissi di Sole? Perché?

Risposta:

Osservazione: le eclissi di Sole non si verificano ogni mese. Infatti normalmente si vede la Luna nuova, e le eclissi accadono raramente. Dato che la Luna proietta un'ombra più piccola della Terra, le eclissi di Sole avvengono più raramente di quelle di Luna.

Questo accade perché il piano dell'orbita lunare è inclinato di 6° sul piano dell'orbita terrestre, per cui non sempre il Sole, la Terra e la Luna si trovano perfettamente allineati. Accade invece che la Terra si trovi sopra o sotto l'ombra proiettata dalla Luna (fig. 71). Il dispositivo di simulazione tiene conto di questo fatto: se osservi attentamente il perno del disco delle fasi lunari, ti accorgerai che l'inclinazione del braccio della Luna è diversa da quella del globo terrestre. Dato però che il modello non è in scala (la Luna andrebbe posta a circa 5 metri) è necessario allestire l'apparecchiatura come illustrato in figura.

Tale disposizione però non deve trarti in inganno: le eclissi di Sole non avvengono soltanto durante l'estate!

Come avevano già rilevato gli antichi, le eclissi avvengono periodicamente. Perché avvenga un'eclisse infatti sono necessarie queste condizioni:

- che la Luna si trovi nella fase di Luna piena (eclissi di Luna) o di Luna nuova (eclissi di Sole);
- che la Luna si trovi nel punto della sua orbita che interseca l'orbita terrestre: in questo modo si trova allineata esattamente con la Terra ed il Sole.

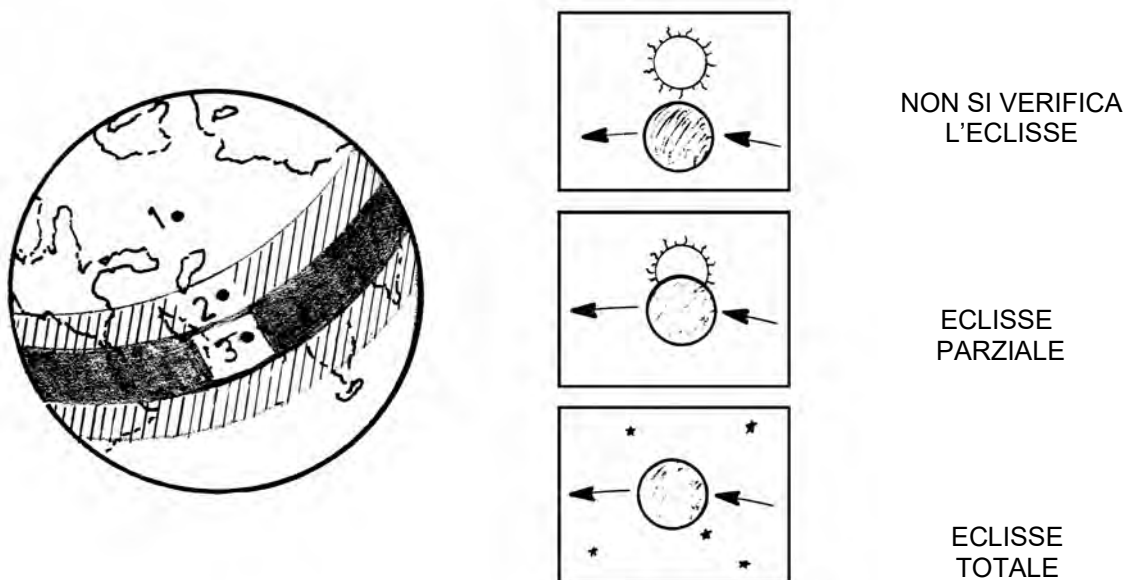
Dunque le eclissi si verificano in un periodo che è il minimo comune multiplo tra questi due periodi e risulta essere di 18 anni e 10 o 11 giorni. L'incertezza è dovuta al fatto che in 18 anni ci possono essere 4 o 5 anni bisestili. Questo periodo viene chiamato **saros**.

Gli Istanti sono espressi in tempo UTC

In Italia, quando è in vigore l'ora solare si usa l'orario CET che è pari a UTC +1 ora, mentre quando è in vigore l'ora legale si usa l'orario CEST che è pari a UTC +2 ore.

DATA	GENERE	MASSIMA ECLISSI ALLE ORE
12-10-1996	parziale	16:50
11-08-1999	parziale	12:44
31-05-2003	parziale	05:13
03-10-2005	parziale	11:16
29-03-2006	parziale	12:38
15-01-2010	parziale	08:00
04-01-2011	parziale	10:11
03-11-2013	parziale	15:11
20-03-2015	parziale	11:34
21-06-2020	parziale	07:32
25-10-2022	parziale	12:22
29-03-2025	parziale	13:06
02-08-2027	parziale	11:14

Quesito: nella figura qui sotto riportata sono indicati tre diversi osservatori terrestri: O_1 , O_2 , O_3 . Essi vedono svolgersi il fenomeno dell'eclissi solare nei tre modi diversi a), b), c). Associa a ciascun osservatore la situazione corrispondente.



Come si vede dalla figura qui sopra riportata, durante le eclissi di Sole una fascia della superficie terrestre larga circa 250 chilometri vede il Sole completamente eclissato dalla Luna. Invece una fascia più larga (circa 2000 chilometri) vede soltanto un'eclisse parziale, cioè la Luna passa davanti al Sole ma non lo nasconde completamente. In questa fascia si ha soltanto una diminuzione della luce solare (fascia di penombra).

RISPOSTE

- Pag. 8** 1) 1446 milioni di chilometri.
2) 8 minuti e 18 secondi.
- Pag. 10** 1) sette: rosso, arancio, giallo, verde, azzurro, indaco e violetto.
2) violetto è il più deviato, rosso il meno deviato.
3) l'arcobaleno.
4) dalle gocce d'acqua.
- Pag. 11** 1) l'albero.
2) che non è piatta.
3) la vedrei interamente a qualsiasi distanza.
- Pag. 12** 1) circolare.
2) no, la forma dell'ombra dipende dalla posizione del disco.
3) che la Terra è sferica.
- Pag. 16** 1) no, l'angolo di declinazione varia.
2) quando la bussola si trova sul meridiano passante per i poli geografici e magnetici.
3) quando si trova sul meridiano perpendicolare al precedente.
4) a destra.
- Pag. 17** 1) l'Est.
2) l'Ovest.
3) il Nord.
- Pag. 21** 1) da Est.
2) ad Ovest.
- Pag. 22** 1) da Est.
2) ad Ovest.
- Pag. 26** 1) il 21 giugno; il 22 dicembre.
2) il 22 dicembre; il 21 giugno.
3) la calotta polare artica.
4) la calotta polare antartica.
5) il parallelo che delimita la calotta polare artica; il parallelo che delimita la calotta polare antartica.
6) 18 ore; 6 ore.
7) 6 mesi; zero perché il 22 dicembre il Sole non sorge mai.
8) mezzogiorno è l'istante che divide l'arco diurno in due parti uguali; mezzanotte e l'istante che divide l'arco notturno in due parti uguali.
- Pag. 29** 1) sì.
2) sì.
- Pag. 30** 1) no.
2) la Terra deve ruotare ancora di 1°.
3) è più lungo il giorno solare.
4) 4 minuti.
- Pag. 31** 1) è mezzogiorno.
- Pag. 33** 1) sì, perché sono le 20.
- Pag. 34** 1) ruota da Ovest verso Est.
2) è massima all'alba e al tramonto, è minima a mezzogiorno.
3) a mezzogiorno.
- Pag. 38** 1) no.
2) no.
-

- Pag. 41**
- 1) dal 22 dicembre al 21 giugno.
 - 2) dal 21 giugno al 22 dicembre.
 - 3) 182 coppie (366 giorni - 2 solstizi) : 2.
 - 4) no.
 - 5) no.
 - 6) negli equinozi.
 - 7) verso Nord perché in questo periodo dell'anno l'altezza del Sole aumenta.
- Pag. 42**
- 1) il tropico del capricorno.
 - 2) è minore.
- Pag. 43**
- 1) la calotta polare artica.
 - 2) il tropico del cancro.
 - 3) la calotta polare antartica.
- Pag. 44**
- 1) la risposta n. 2.
 - 2) la risposta n. 3.
- Pag. 45**
- 1) le risposte n. 1, 2, 5.
 - 2) le risposte n. 2, 5, 6, 8, 9.
- Pag. 46**
- 1) un moto di rivoluzione intorno a sé.
 - 2) un moto di rivoluzione intorno al compagno A ed un moto di rotazione.
 - 3) un giro.
- Pag. 48**
- 1) sì.
 - 2) sì.
 - 3) no.
 - 4) la Luna si deve spostare ancora di 28° .
 - 5) è più lungo il mese sinodico.
 - 6) 29,4 giorni.
- Pag. 49**
- 1) no, perché non è illuminata.
 - 2) sì, vede illuminata la metà verso Ovest.
- Pag. 50**
- 1) a mezzogiorno.
 - 2) completamente illuminata.
 - 3) quando tramonta il Sole.
 - 4) vede illuminata la metà verso Est.
 - 5) sorge a mezzanotte.
- Pag. 51**
- 1) siamo nella fase di ultimo quarto.
 - 2) no.
- Pag. 52**
- 1) vede la Luna piena diventare via via meno luminosa e sempre più rossastra, a volte poi si eclissa completamente (dipende dalle condizioni dell'atmosfera terrestre).
 - 2) è graduale.
 - 3) in corrispondenza della Luna Piena, perché solo in questa fase la Luna può intercettare l'ombra della Terra.
- Pag. 54**
- 1) si vede una macchia scura contornata da un alone più chiaro (la penombra) che si sposta sulla superficie terrestre.
 - 2) ha i contorni sfumati.
 - 3) in corrispondenza della Luna Nuova, perché solo in questa fase la Terra può intercettare l'ombra prodotta dalla Luna.



OPTIKA S.r.l. - Copyright
Riproduzione vietata anche parziale