

J. R. BOŠKOVIĆ

DESCRIZIONE
D'UN NUOVO PENDOLO

PADOVA, 1770.god.

DELLA VERA INFLUENZA DEGLI ASTRY,
DELLE STAGIONI, E MUTAZIONI DI TEMPO,
SAGGIO METEOROLOGICO

FONDATO SOPRA LUNGHE OSSERVAZIONI, ED
APPLICATO AGLI USI DELL'AGRICOLTURA,
MEDICINA, NAUTICA, &c.

DI GIUSEPPE TOALDO

Preposito della SS. Trinità, e Pubblico Professore di
Astronomia, Geografia, e Meteore
nell' Università di Padova.

*Si aggiungono i Pronostici di Arato tradotti dal
Sig. Antonio Luigi Bricci,*

*E la descrizione d'un nuovo Pendolo a correzione,
del Ch. P. Boscovich.*

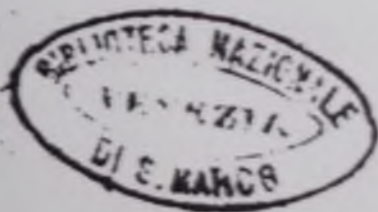


IN PADOVA, MDCCLXX.

Nella Stamperia del Seminario.

Appresso Gio: Manfredi.

CON LICENZA DE' SUPERIORI.



DESCRIZIONE

D'UN NUOVO PENDOLO

A CORREZIONE

*Del P. Ruggiero Giuseppe Boscovich D. C. di G.
P. Professor di Matematica nell' Uni-
versità di Pavia, ec.*

LA Fig. 1. rappresenta tutto il Pendolo della Verga interrotta per la sua lunghezza. Contiene tre Micrometri; uno in S nella cima per sfiangare, e scortare la lunghezza assoluta ad arbitrio di chi lo regola con una mutazione più sensibile: uno in N per ottenere lo stesso con una mutazione minutissima: uno in V per rimediare alla variazione del caldo con un rimedio sensibilissimo; e i primi due si possono maneggiare senza fermare l' Orologio. La verga è doppia: di ferro, e di ottone; e vi è un modo particolare nella sua sospensione, il quale scema la frizione, e impedisce il moto obliquo della gran lente fuor del piano della oscillazione.

La testa è formata di due cilindri, uno solido più sottile VX, che entra in un altro più largo e cavo con una cavità indicata da' puntini, chiuso in cima: ivi nell' orlo questo secondo ha un circolo diviso in parti uguali, e un foro nel mezzo, in cui entra la vite SVT, che al suo manubrio ha attaccato un indicetto: entra essa vite per VT nell' altro cilindro solido, che riceve questa malchia in una sua femmina: girandosi la Vite ST, il cilindro interno si alza, o si abbassa, con tutto il pendolo inferiore. La testa del maggior cilindro ha due orecchioni AA, che dalla parte di sotto finiscono a cuneo sottile col filo un poco cavo all' ingiù. Questi due tagli devono appoggiarsi su due sostegni laterali, fermati sulla Cassa dell' oriuolo di dietro, la cui forma si rappresenta nella Fig. 2. Ivi il punto I corrisponde alla mezza grossezza, e da esso due triangoli piani salgono obliquamente verso le cime orizzontali AA', BB'; due scendono verso la orizzontale CC', e verso la sua parallela, che resta in dietro: quattro son verticali venendo in fuori, due verso le verticali A'C, B'C; e due altri verso le loro parallele della faccia opposta. Inseriti gli orecchioni in questi sostegni appoggeranno su d' un sol punto per uno, onde la frizione sarà sensibilmente nulla: per la curvatura de' fili, o tagli, non potrà questa testa muoversi nella direzione AA della Fig. 1., nè il pendolo potrà avere altro moto, che quello intorno all' asse immobile, il quale passerà per li due punti di appoggio. La Verga, QPQ, che al solito finirà nella forca RQR, co' suoi dentini DD inseriti ne' denti della ruota C (questa perchè si veda è stata indicata un poco più giù) regolerà il moto dell' oriuolo dipendentemente da quello del pendolo.

Nei

Nel fondo del cilindro solido X vi è un intacco per far entrar in essa due verghe, E di ottone, F di Ferro, che vi rimangono incastrate, e fermate con un chiodetto laterale per una: uno di questi viene indicato co' puntini neri.

Poco più su esso cilindro è traforato con un buco sottile, in cui entra un cilindretto di ottone MM, che ha in L un manubrio circolare per girarlo attorno, ed ha accanto al foro un indice, il quale in un circoletto diviso mostra le parti di ogni rivoluzione. Il circoletto deve essere attaccato di sotto al cilindro V X in una distanza da esso tale, che per di sopra nell'alzarsi esso cilindro non urti nel labbro BB delle pareti del maggiore, che lo circonda. Questo cilindretto MM girando deve avvolgersi attorno due sottilissimi fili di metallo KI, facendo alzare, ed abbassare un pesetto G consistente in una Lenticina, in cui sono infilzate le due verghe: questo moto accelererà, o ritarderà un tantino il moto del pendolo. Le intere rivoluzioni del cilindretto si potranno segnare in una delle due verghe colle lineette trasversali scolpitevi ad ogni intero giro dell'indice in circa della Lenticina.

H è la gran Lente, formata di due mezze lenti, che abbiano per base comune il gran circolo, e sieno unite insieme con quattro viti. V' è un circolo diviso in parti uguali, che ha un manubrio con un perno, e indice: essi potranno levarsi, e mettere; e se ne vedrà il modo, e l'uso nella Fig. 3.

Dentro questa Lente vi sta tutto l'ordigno per la Correzione del caldo, il quale si vede in essa Fig. 3. Questa rappresenta la Sezione di tutti i pezzi fatta per quella base comune delle due mezze lenti. Vi deve essere un canale, che riceva la continuazione delle due verghe E, F, uguale alla grossezza loro e larghezza, sicchè rimangano unite insieme; ma la Lente rispetto ad esse possa scorrere in su, e in giù. La prima svolta ad angolo retto in A fino ad I: ha due braccioli LL, che ricevono una vite, la quale deve essere girata dal manubrio V, e deve fare andare innanzi, e indietro il pezzo GN, la cui forma trasversale viene espressa nella Fig. 4. vedendosi in essa il buco quadrato I, in cui entra la Verga AI della Fig. 3., e il buchetto tondo in cui entra la vite, il quale deve avere la vite femmina. Convien, che il buco I sia ben uguale alla verga, e questa di larghezza, e grossezza uniforme, perchè il pezzo ubbidisca esattamente alla vite, e non tentenni: per impedire meglio ogni inclinazione di questo pezzo, si può esso con due fili di ottone unire con una cornicetta mobile bene adattata alla stessa verga in vicinanza di A, i quali pezzi si vedono delineati co' puntini. Il pezzo GN in fondo verso N deve finire a cuneo in una retta.

La vite TL avrà verso L una testa con un foro quadrato, in cui entrerà l'ultima parte del perno attaccato al manubrio V, per poter far girare essa vite; e il piano del circolo avrà due aghi TT, ch'entrino in due buchetti del pezzo IL, e facciano, che girandosi il manubrio non si giri il circolo. Esso circolo col manubrio, perno, e indice, potrà così levarsi, quando se ne farà fatto l'uso per spingere innanzi, o indietro, il

pezzo GN, nel metterli il pendolo in moto, per evitare anche quella piccola resistenza dell'aria che esso farebbe. La machina sarebbe più semplice, se si volesse il medesimo immobilmente attaccato alle parti interne.

La verga FB piegata ad angolo retto in B, si ripiega in C pure ad angolo retto verso D, la cui ultima parte OD deve essere doppia come la rappresenta la Fig. 5. per poter ivi ricevere dentro la riga NOP della Fig. 3. espressa nella Fig. 6. col buchetto, per cui passerà il pernetto BB delle Fig. 5. Il piano superiore di essa riga deve giacere in dirittura dell'asse, e perciò vi deve essere in O della Fig. 6, un risalto circolare.

Su questa riga nella Fig. 3. si appoggerà da una parte il filo angolare del pezzo GN, o dall'altra un simile filo del pezzo R, la cui sola sezione si rappresenta nella Fig. 3; ed esso colla riga che lo sostiene è rappresentato nella Fig. 7. Ivi esso è bislungo in forma di parallelepipedo quadrato. La sua lunghezza è nella Fig. 3. perpendicolare al piano di essa, figura, entrando colle due testate in due canaletti uguali ad esse scavati nella sostanza delle due mezze lenti. In mezzo la parte inferiore delle due superficie laterali si spiega indentro formando un filo di cuneo, che termina in una semplice retta, la quale sola deve appoggiare sulla riga NOP sopra P.

Intorno alle righe AI, BCD, NP, GN, nella Fig. 3. vi devono essere de' piccoli vani, che lascino la libertà a' piccolissimi movimenti relativi, i quali devono venire cagionati dal caldo, come pure verso la superficie della lente, dove il pezzo VL entra in essa. Il gioco della machina si vede facilmente. Mentre il Caldo dilata le due verghe, dilatandosi più la EA di ottone, che la FB di Ferro, scenderà tanto il punto N, che O, ma quello più di questo. Onde la riga NOP, a modo di leva si girerà, rimanendo P più su di O: Quindi se la ragione di OP ad NP sarà quella che si conviene, il pezzo RO resterà al sito medesimo in cui era, o anche salirà un poco più, quanto è necessario per correggere il piccolo effetto della discesa del centro di gravità delle due verghe slungate colla dilatazione, il quale farebbe scendere un tantino il centro di oscillazione, quando anche la lente restasse al luogo suo; e questa piccola elevazione del pezzo R rimedierà anche alla dilatazione de' Fili di metallo IK che cagiona una piccola discesa del piccolissimo peso G; imperocchè col pezzo R si alzerà un tantino tutta la lente, la quale si appoggia ad esso solo, ed ha libertà di muoversi rispetto a tutti gli altri pezzi.

H nella parte opposta Fig. 3. è un vano da farsi dalla parte opposta per compensare i vani che vi sono verso MM, e il peso minore delle verghe che sono verso quella parte, mentre il resto della lente sarà pieno di piombo: ciò farà che quando il pendolo non si muove, il centro della lente rimanga a piombo sotto la sospensione, e le verghe EF verticali; e si otterrà facilmente questo intento ingrandendo un poco o il vano H, o i vani della parte opposta, secondo che si vedrà l'inclinazione da una parte, o dall'altra.

Il massimo vantaggio di questa costruzione sta nella libertà, che ha l'Astronomo di dare esso la giusta proporzione di NP ad OP, accostando coll'

coll' ajuto della vite il punto N ad O , o scostandonelo, e sapendo coll' ajuto del Micrometro, quanto precisamente si è accostato, o scostato. La proporzione prossima la quale deve dare l' artefice pel sito di $G N$ posto in mezzo la vite deve essere di 11 a 7. Si può fare il diametro della lente di 9 in 10 pollici, e allora $P N$ può divenir di 4. Quindi $O N$ sarebbe di linee $17\frac{1}{2}$: se si fa la vite di 4 spire per linea, e il circolo si divide in parti 100, si avrà $O N$ uguale a 70 spire, o sia particelle 700. Sia nella Fig. 8. andato per via del caldo il Vette $N O R$ nella posizione $n O r$, e non abbia corretto perfettamente l' effetto del caldo (la pruova se ne farà facendolo camminare d' inverno per 24 ore misurate col moto medio del Sole, o col moto delle Fisse in una camera assai fredda, indi per altre 24 ore nella medesima bene scaldata con una stufa); spingendo allora $N n$ in $N' n'$ colla vite (se nella camera calda fosse ito più presto, ciò sarebbe segno, che l' effetto del caldo fosse stato più che corretto, e converrebbe fare un movimento tutto contrario all' espresso nella Figura) anderà r più su verticalmente in r' , strisciandosi sul piano della riga che lo alza. Essendo $N O : O R :: N n : R r$, ed $O R : O N :: R r' : N' n' = N n$, sarà per l' uguaglià perturbata $N O : O N' :: R r' : R r$; e però dividendo $N N' : O N' :: r' r : R r$. Quindi una particella del Micrometro accrescerà l' alzamento già fatto fino ad r per $\frac{1}{7000}$ parte di esso; ed essendo le piccole differenze degli effetti fra loro proporzionali, correggerà di più il numero delle oscillazioni per $\frac{1}{7000}$ parte della correzione già fatta dalla posizione precedente.

Ora la posizione precedente, che si suppone poco lontana della debita, avrà corretto a un di presso la total differenza, che vi deve essere stata nel numero delle oscillazioni ne' due casi, del gran caldo, e del gran freddo. Si supponga in essi una differenza di gradi 40 nel Termometro di Reanmur, la quale non vi farà mai negli Osservatorj, essendo un orribile caldo quel di 30 gradi, e atroce freddo quello di -10 ; e si cerchi la differenza del numero di Oscillazioni, che gli corrisponde in 24 ore. Una verga di ferro di 6 piedi, secondo le esattissime osservazioni di M. de la Condamine per 80 gradi di caldo si slunga per una linea; onde una di 3 piedi, ch' è prossimamente la misura del pendolo a secondi, da 40 gradi si slungherà per $\frac{3}{4}$ linea. Essendo i numeri delle oscillazioni in ragion reciproca sudduplicata delle lunghezze de' pendoli, ed il Pendolo a secondi di piedi 3. lin. 8 = lin. 440, in un giorno, che ha secondi 86400, un quarto di linea di slungamento leverà oscillazioni $24\frac{1}{2}$. Quindi una parte di quel Micrometro correggerebbe $\frac{1}{7000}$ di questo numero, cioè $\frac{49}{2.7000} = \frac{7}{2000} = \frac{1}{286}$ di una oscillazione; e quando per sei mesi continui di quel gran freddo, e per altri 6 di quell' eccessivo caldo andasse quel pendolo, onde la differenza non corretta dovesse essere a 183 doppi maggiore, una particella di Micrometro correggerebbe $\frac{183}{286}$ di una oscil-

lazione; cioè la differenza di un secondo raccolta in que' semestri sarebbe corretta incirca da particelle $1\frac{1}{2}$. La differenza d' un secondo nasce dall' errore di mezzo secondo fatto in sensi contrarj, e la differenza media del caldo, e freddo ne' due mezzi anni è tanto minore: La trovo in Milano dalle osservazioni del 1764, di gradi precisamente 10; onde per correggere una differenza d' un secondo di un anno intero vi vorrebbero 6 particelle, e per correggere l' errore di due secondi, 12 di esse: tanto è sensibile quel Micrometro.

Pel Micrometro S della Fig. 1. all' alzamento d' un pollice fatto da esso corrispondono oscillazioni 1200, cioè 20 minuti primi, ed un pollice ha spire 44, cioè particelle 4400: quindi 3 di quelle particelle correggono l' errore di un secondo per giorno. Basterà fare la vite di un pollice, onde la sua metà possa produrre l' effetto di 10'. Errore che non si commetterà mai nella prima costruzione; e l' altra metà VT rimanga in ogni caso immersa nel cilindro solido per sostenere tutto il peso del pendolo. Questa sarà la lunghezza del vano del cilindro più grosso: il più sottile può essere di due pollici, perchè il secondo inferiore dia luogo all' incastro X delle verghe, e al bacchetto del cilindretto MM.

Se esso cilindretto sarà grosso in circa una linea, la sua circonferenza sarà di 3 linee; onde ogni rivoluzione, cioè 100 parti di Micrometro, alzerà il pesetto di 3 linee. Ora se la lunghezza del pendolo si dica l , la ragion del pesetto al peso totale m , la sua distanza del mezzo z , si trova dalla formola dell' Ugenio ben maneggiata (*), che l' abbassamento del

(*) Se si desidera di vedere, come impiego la formola d' Ugenio per vedere a un di presso l' effetto del piccolo pesetto, eccolo. Considerando il peso del resto come concentrato nel suo centro di gravità, e chiamando il suo peso a , la lunghezza del pendolo l , la distanza del pesetto dalla sospensione x , essendo il suo valore m , sarà la distanza del centro di oscillazione dalla sospensione medesima $= \frac{al + max}{a + m}$. Fatta la divisione, e disprezzati i termini, ne' quali la piccola quantità m sale alle potenze superiori, si avrà $l - mx + \frac{m^2 x^2}{l}$. Quindi il pesetto alzerà esso centro per $mx - \frac{m^2 x^2}{l} = \frac{m}{l} (lx - x^2)$. Si vede, che il suo effetto sarà come $lx - x^2$ variata la x , e però come il quadrato di una ordinata al circolo descritto col diametro l tirata dallo stesso pesetto. Si vede così, che quando esso sarà in mezzo, l' alzamento sarà il massimo, e o il pesetto vada in giù, o in su, a uguali distanze dal mezzo, sempre si abbasserà esso centro, e sempre di un' eguale quantità. Se la sua distanza dal mezzo si dica z , il quadrato dell' ordinata sarà $\frac{1}{4} l^2 - z^2$, come si vede anche sostituendo $\frac{1}{2} l + z$ per x in $lx - x^2$, mentre viene $\frac{1}{2} l^2 + lz - \frac{1}{4} l^2 - lz - z^2 = \frac{1}{4} l^2 - z^2$. Quindi il valore dell' effetto, moltiplicando per $\frac{m}{l}$, sarà $\frac{1}{4} m l - \frac{m z^2}{l}$. Il primo termine darà l' alzamento massimo in mezzo, ove $z = 0$, il secondo

l' abbassamento sotto quel sito per qualunque distanza z .

Per vederne il numero delle oscillazioni corrispondente, giacchè i quadrati de' numeri sono in ragion reciproca delle lunghezze, sarà come la lunghezza del pendolo l alla sua differenza $\frac{m z^2}{l}$, così il quadrato del numero delle oscillazioni diurno, o sia di 86400 alla sua differenza, cioè come lo stesso numero al doppio della sua, o sia come

DESCRIZIONE D'UN NUOVO PENDOLO 631

del centro d'oscillazione sotto il caso, in cui il pesetto sarà in mezzo, sarà $\frac{m}{l}$, e quindi fatto n il numero delle oscillazioni, che mancheranno in un giorno, si trova $nl = 43200mz$. Se sarà $m = \frac{1}{100}b$ e $z = 244$, cioè un piede, ove già la lontina sarà attaccata alla gran lente, essendo $l = 440$, si trova $n = 46.34$ onde un pesetto un poco più grande di $\frac{1}{100}$, potrà mutare il tempo vero diurno il più lungo nel più corto, e viceversa, giacchè la differenza di questi in tutto l'anno non arriva a $49''$. Fatto ivi $n = 1$, si troverà $z = 21$, e però la discesa per le prime 21 linee del mezzo che porta 700 particelle di quel Micrometro, farà l'effetto di un solo secondo: Le seguenti 21 linee faranno secondi 3, 5, 7, ecc. Verso il fin del piede il settimo intervallo lo farà di $13''$. Ivi il Micrometro sarà il meno sensibile; pure per un secondo di error diurno vi vorranno 54 particelle; tanta forza esso avrà ancor ivi.

Il Micrometro S darà al pendolo una velocità prossima alla cercata potendo esso solo correggere col moto di una sua particella l'error d'un secondo in tre giorni: ma l'ultima precisione la darà il Micrometro N. Se si volesse ridurre l'orologio al tempo medio Solare, o al tempo sidereo ugualissimo; col primo di questi due Micrometri si può ridurre a non sbagliare d'un secondo per giorno; il secondo potrà ridurlo a non sbagliare di un secondo in un anno, ove si tenga il pesetto vicino al mezzo, mentre lavora il primo. (S' intende sempre, che questa perfezione potrà averfi, se si prescinde dall'altre imperfezioni dell'orologio, come cattiva costruzione, gelamento dell'olio, e altre cause simili.) Potrà poi esso puramente servire per ridurre il tempo Solare in sidereo, o viceversa, giacchè la loro differenza non arriva a 4 minuti; mentre o esso, o il secondo più esattamente, cambierà il tempo vero Solare di un tempo dell'anno in quello di un altro.

Per ottenere questo intento non basteranno i calcoli fatti di sopra, che danno i valori prossimi, non esatti, per essersi supposta tutta la materia radunata nel centro di gravità: ma converrà dalle osservazioni vedere il preciso effetto de' Micrometri. Nel Micrometro della gran lente, se essa si fa più piccola, onde il vette riesca più corto, scemerà la sua forza in ragion di esso vette; onde quando anche la lente si faccia di soli 6 pollici di diametro, si avrà in esso una sensibilità grandissima.

Se uno vorrà un buon pendolo meno dispendioso, potrà lasciar via il Micrometro S ed V: far la testa delle due verghe semplice, senza que' cilindri, e fare più grosso il pesetto, come di $\frac{1}{20}$, o $\frac{1}{10}$ del peso totale, fare

come la metà di esso numero, 43200 alla sua, la quale se si dica n sarà $ln = \frac{43200mz}{1}$, o sia $ln = 43200mz$. Si vede poi che essendo l costante, sarà n in ragion composta di m , cioè del pesetto, e di z , cioè del quadrato della distanza dal mezzo. Messo 440 per l , e $\frac{1}{100}$ per m , viene $n = 21$; onde le prime 21 linee danno $1''$; e come le somme de' numeri sparati danno i quadrati, il secondo intervallo eguale ne darà 3, indi 5, 7, ecc: al settimo sarà $z = 7 \times 21 = 147$, cioè sarà il pesetto al fin d'un piede, e si avranno $33''$ in un abbassamento di 21 linee, o di 7. rivoluzioni, cioè di 700 particelle.

fare nella Fig. 3. che la riga E si pieghi essa stessa unita per AGN, lasciando che l'artefice formi una proporzione conveniente di NP a DP, cavandola da un altro pendolo, che sia già lavorato sul metodo che si prescrive qui, o che corregga in altro modo la costruzione sua dopo la pruova, che ne avrà fatta: per esempio torcendo un poco con un colpo di martello il pezzo GN; o limando una delle facce della punta sopra N, per farla restare più vicina ad O, o più lontana. Allora non vi sarà alcuna vite da lavorare, e vi sarà un solo circolo da dividere, cioè N della Fig. 1. Ma è un gran vantaggio per l'Astronomo l'esser egli padrone di dar l'ultima esattezza; e giova molto l'aver il pesetto G piccolo assai, facendo le mutazioni grosse col Micrometro S.

■ L F I N E.

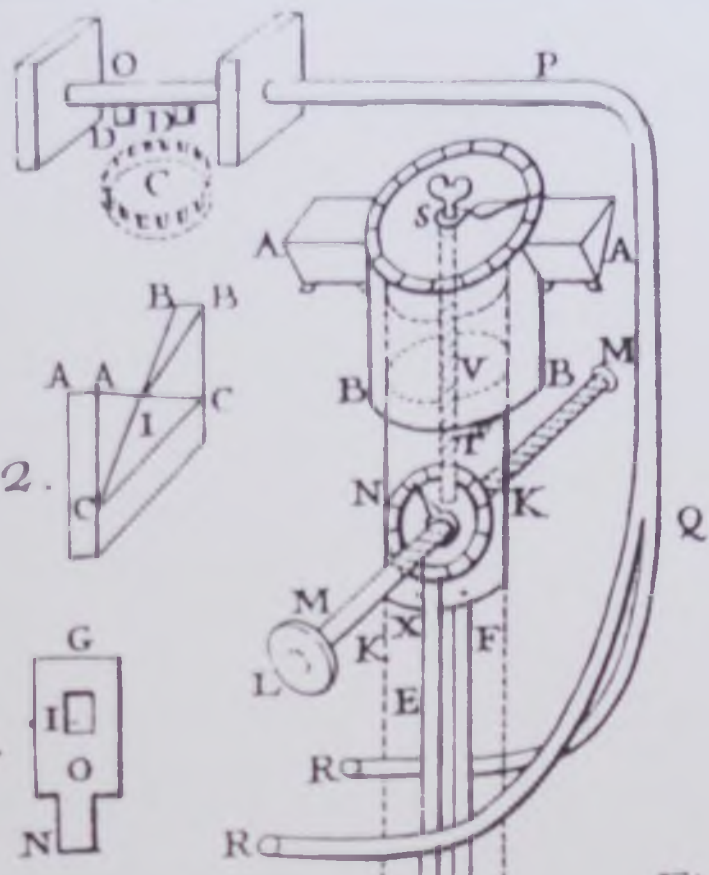


Fig. 1.

Fig. 2.

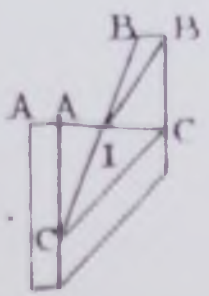


Fig. 4.

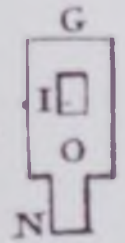


Fig. 5.

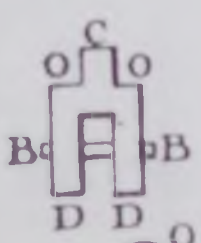


Fig. 6.

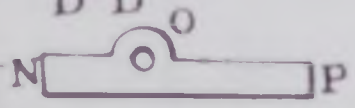


Fig. 7.

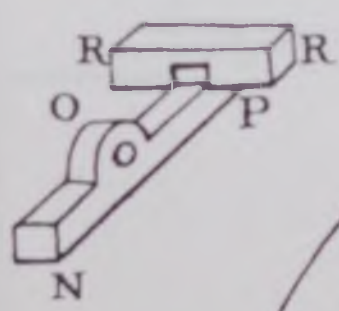


Fig. 8.

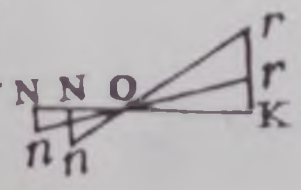


Fig. 3.

