por las cifras de la 2.ª columna en la línea correspondiente al ángulo dado, y se obtendrá la tangente que se busca.

EJEMPLO.

Ángulo 0,28. Distancia, 160 metros, tendrémos $160 \times 0{,}00436 = 0{,}6976$.

Tambien en ciertos tanteos de rasantes de ferrocarriles ó carreteras ocurre, al necesitar una pendiente dada, la aplicacion de estas tablas, cuando se emplea un instrumento de division centesimal.

Por ejemplo: ajustando un ángulo 0,66 para visual ó lectura, tendrémos la pendiente de el 1/00, y siendo el ángulo de 0,96, sería el 1,5/00; y así pueden obtenerse otras intermedias.

Centésimas.	Tangente por metro.
0,52	0,00814
0,54	0,00846
0,56	0,00872
0,58	0,00911
0,60	0,00940
0,62	0,00968
0,64	0,00989
0,66	0,01023
0,68	0,01052
0,70	0,01088
0,72	0,01145
0,74	0,01176
0,76	0,01199
0,78	0,01221
0,80	0,01250
0,82	0,01279
0,84	0,01313
0,86	0,01346
0,88	0,01367
0,90	0,01396
0,92	0,01442
0,94	0,01469
0,96	0,01502
0,98	0,01532
1,00	0,01570

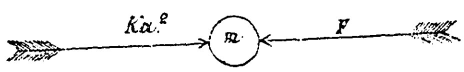
Tangentes que corresponden á 1 metro de horizontal y ángulos de centésimas de grado centesimal hasta medio grado.

Centésimas.	Tangente por metro.
0,02	0,00029
0,04	0,00058
0,06	0,00087
0,08	0,00116
0,10	0,00145
0,12	0,00174
0,14	0,00203
0,16	0,00233
0,18	0,00278
0,20	0,00299
0,22	0,00338
0,24	0,00369
0,26	0,00407
0,28	0,00436
0,30	0,00465
0,32	0,00494
0,34	0,00536
0,36	0,00566
0,38	0,00599
0,40	0,00628
0,42	0,00649
0,44	0,00684
0,46	0,00704
0,48	0,00743
0,50	0,00785

Obligado por la amistad que me une á una respetable persona á exponerle mi opinion sobre los medios que proponia para resolver el problema de la navegacion aérea, he debido ántes redactar los siguientes apuntes sobre su estado actual y sobre las dificultades hoy insuperables que se ofrecen al tratar de mejorarlo, siendo mi único objeto, al publicarlos, desvanecer opiniones erróneas que sobre este asunto se oyen todos los dias (1).

APUNTES SOBRE LA NAVEGACION AÉREA

POR MEDIO DE GLOBOS.



1.

Como estudio preliminar, veamos qué movimiento será el de un cuerpo de masa m, dentro de la atmósfera tranquila y sometido á la accion de una fuerza constante F, obrando en el mismo punto y direccion que la resistencia pasiva del aire. Sabido es que esta fuerza resistente es proporcional al cuadrado de la velocidad y á la proyeccion ω de la superficie del cuerpo m sobre un plano perpendicular á la direccion del movimiento: podrá, pues, expresarse por $K\omega v^2$, siendo v la velocidad al cabo del tiempo t, ω la superficie resistente y K un coeficiente numérico que depende de la forma del cuerpo m, de la densidad del aire, etc. El movimiento es evidentemente rectilíneo, y sus ecuaciones generales son

(1) La Redaccion deja la responsabilidad de las apreciaciones que aparecen en el presente artículo á su autor, como lo hace siempre de los escritos que inserta firmados. Trabajos posteriores á los ensayos de Giffard y Dupuy de Lôme, entre ellos los estudios de Condenons y Forlanini, no permiten aceptar en absoluto como inmejorables las condiciones de los aparatos que se consideran como tipo en este artículo.

$$v = \frac{d\,x}{d\,t};\ (1);\qquad \varphi = \frac{d^2\,x}{d\,t^2} = \frac{d\,v}{d\,t};\ (2)$$

siendo x, v, φ el espacio recorrido, la velocidad y la fuerza aceleratriz correspondientes al tiempo t.

En este caso $\varphi = \dfrac{F - K\,\omega\,v^2}{m}$, y la ecuacion (2) es

$$F - K\,\omega\,v^2 = \frac{m\,d\,v}{d\,t};\ \text{de donde}$$

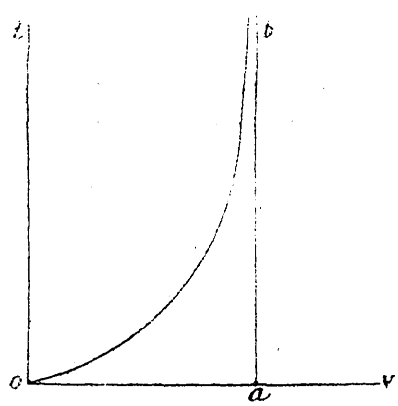
$$d\,t = \frac{m\,d\,v}{F - K\,\omega\,v^2};\ \text{é integrando resulta}$$

$$t = \frac{m}{2\sqrt{K\,\omega\,F}}\ \text{log. nep.}\ \frac{\sqrt{F} + v\sqrt{K\,\omega}}{\sqrt{F} - v\sqrt{K\,\omega}};\ (3)$$

En esta integracion el valor de la constante es 0, porque para $t=0$ se tiene $v=0$.

Con la ecuacion (3) y la (1) integrada tenemos dos relaciones entre x, v, t, que permitirán determinar x y v en todos los instantes del movimiento.

Representemos gráficamente sobre dos ejes rectangulares de coordenadas la ecuacion (3) que da la velocidad en cada momento, limitándonos á la rama positiva de la curva logarítmica que representa.



Para $v=0$ resulta $t=0$.

Si v crece desde o hasta $\dfrac{\sqrt{F}}{\sqrt{K\,\omega}}$, t crece tambien: resulta, pues, una rama ascendente de curva, cuya convexidad es fácil ver que está situada hácia el eje de las v. Para $v = \dfrac{\sqrt{F}}{\sqrt{K\,\omega}}$ resulta $t = \infty$, de modo que la curva tiene una asímptota $a\,b$, cuya ecuacion es $v = \dfrac{\sqrt{F}}{\sqrt{K\,\omega}}$.

Se ve, pues, que el movimiento tiende á ser uniforme, y la velocidad tiene por límite

$$v = \frac{\sqrt{F}}{\sqrt{K\,\omega}}$$

ó sea la que hace la fuerza retardatriz igual á la motriz F.

Este estado no tendria lugar rigurosamente sino al cabo de un tiempo infinito, pero prácticamente y sin error apreciable puede considerarse que despues de un corto tiempo el movimiento es uniforme y la velocidad tiene por valor

$$v = \frac{\sqrt{F}}{\sqrt{K\,\omega}}$$

2.

Los diversos motores que pueden aplicarse para producir un trabajo dado son los motores *animados*, la *gravedad*, los *hidráulicos*, el *viento*, los *motores térmicos* de todo género, las *acciones químicas*, la *electricidad*, etc. Para vencer la resistencia que opone el aire á la marcha de un globo, que nada en la atmósfera, es evidente que los únicos motores aplicables son los *animados*, los *térmicos*, las *acciones químicas* y la *electricidad*. Dejando aparte las acciones químicas, cuya aplicacion al caso no se ha estudiado todavía, y descartando los motores eléctricos, porque á igualdad de potencia presentarian mucho mayor peso y coste que los de vapor, quedan los motores animados y los térmicos para ser aplicados al movimiento de los globos; y como debe siempre buscarse para este caso el motor de menor peso posible á igualdad de potencia, es claro que á poco grande que ésta haya de ser, será preferible el motor térmico al animado.

3.

¿En qué estado de adelanto se halla hoy el problema de la direccion de los globos?

Las únicas tentativas sérias y de mejores resultados en este sentido son debidas á los Ingenieros franceses Mr. Giffard en 1852 y Mr. Dupuy de Lôme en 1872, ambas basadas en cálculos racionales comprobados despues por una experiencia.

Ocupémonos primero del globo dirigible de Mr. Dupuy de Lôme. Su forma es una superficie de revolucion engendrada por un arco de círculo de 36 metros de cuerda y 7 de flecha, girando al rededor de aquélla.

Volúmen, 3860 metros cúbicos.

Seccion vertical máxima del globo, 154 metros cuadrados.

Superficie de las cuerdas, proyectada sobre un plano perpendicular á la direccion del movimiento, 10 metros cuadrados.

Seccion máxima vertical de la barquilla y objetos en ella colocados, 4 metros cuadrados.

El coeficiente K del párrafo primero es producto de otros dos K′ y K″: el segundo se refiere á superficies planas expuestas al viento, cuyas presiones serán $K''\omega v^2$; el primero se refiere á la reduccion ó aumento que debe sufrir ese producto tratándose de superficies curvas que modifican las presiones, siendo ω siempre la seccion máxima por un plano normal á la direccion del viento. K″ para el aire es constante y su valor deducido de experiencias es 0,136. K′ es distinto segun la forma de las superficies, y debe deducirse experimentalmente en cada caso. Puede suceder (como en los globos dirigibles) que sus diversas partes presenten al viento superficies ω_1, ω_2, ω_3... de distintas formas para las que K′ tenga distintos valores K_1, K_2, K_3...; en este caso es evidente que

$$K' = \frac{\omega_1 k_1 + \omega_2 k_2 + \omega_3 k_3 + \dots}{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \dots};$$

En el globo de Mr. Dupuy de Lôme hay tres superficies distintas, á saber:

La del globo,	$\omega_1 = 154$	metros	cuadrados.
La de las cuerdas,	$\omega_2 = 10$	id.	id.
La de la barquilla,	$\omega_3 = 4$	id.	id.

Los coeficientes respectivos de reduccion, son

$$K_1 = 0,05 \qquad K_2 = 0,5 \qquad K_3 = 0,2$$

deducidos por Mr. Dupuy de Lôme por comparacion con los que tendrian lugar si se tratase del agua en lugar del aire atmosférico, y comprobados despues en la experiencia hecha por el mismo.

El coeficiente K′ es, pues,

$$K' = \frac{154 \times 0,05 + 10 \times 0,5 + 4 \times 0,2}{154 + 10 + 4} = 0,08$$

La resistencia opuesta por la atmósfera tranquila á la marcha del globo, será

$$K\omega v^2 = K'K''\omega v^2 = 0,08 \times 0,136\omega v^2 = 0,01088\omega v^2$$

El propulsor empleado por Mr. Dupuy de Lôme fué una hélice de cuatro brazos, y el motor lo constituian ocho hombres, que podian desarrollar un trabajo de 60 kilográmetros por segundo.

Podemos ya calcular la velocidad que tomaria el globo indicado con este trabajo motor en una atmósfera perfectamente tranquila.

Hemos visto en el párrafo primero que

$$v = \frac{\sqrt{F}}{\sqrt{K\omega}}, \text{ ó } v^2 = \frac{F}{K\omega}, \text{ ó } v^3 = \frac{Fv}{K\omega};$$

Fv es evidentemente el trabajo mecánico desarrollado por el motor en la unidad de tiempo 1″; si le llamamos T, en kilográmetros resulta

$$v = \frac{\sqrt[3]{T}}{\sqrt[3]{K\omega}};$$

es decir, que las velocidades que tomará un globo dado son proporcionales á la raíz cúbica de los trabajos desarrollados por el motor.

J. Pano.

(Se concluirá.)

PARTE OFICIAL.

12 *de Marzo* (*Gaceta del* 17).—Fomento.—Real órden resolviendo que no procede admitir la demanda presentada por el Ayuntamiento de Barcelona contra la Real órden aprobatoria en principio de la solucion propuesta por la Compañía de los ferro-carriles de Tarragona á Barcelona y Francia, para unir con un ramal de Barcelona la línea de Zaragoza, y las de Granollers y Mataró.

21 *de Marzo* (*Gaceta del* 22).—Fomento.—Real decreto promoviendo á una plaza de Inspector general de segunda clase de Caminos, Canales y Puertos á D. Angel Clavijo y Pló.

21 *de Marzo* (*Gaceta del* 22).—Fomento.—Real decreto autorizando á D. Luis Figuera y Silvela para construir las obras de mejora del puerto de Aguilas, en la provincia de Murcia.

29 *de Enero* (*Gaceta del* 25 *de Marzo*).—Consejo de Estado.—Real decreto-sentencia absolviendo á la Administracion general del Estado de la demanda deducida á nombre de la Compañía de los ferro-carriles de Medina del Campo á Zamora y de Orense á Vigo, sobre revocacion de la Real órden relativa al pago de subvencion por obras ejecutadas en la misma línea.

21 *de Marzo* (*Gaceta del* 27).—Fomento.—Real órden autorizando al Ayuntamiento de Cuevas de Vera para estudiar el proyecto de ensanche de aquella ciudad.

21 *de Marzo* (*Gaceta del* 27).—Fomento.—Real órden otorgando la concesion para su aprovechamiento de las marismas llamadas de Colombres, en la provincia de Oviedo, á D. Florencio Noriega y D. Manuel Gestaza.

28 *de Marzo* (*Gaceta del* 29).—Fomento.—Real decreto promoviendo á Inspector general de segun-