Revista Boliviana de Física **9**, 91–103 (2003)

8^{VA} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

Bustos R., Velarde A., Palenque E.

Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI)
Carrera de Física - Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)
La Paz-Bolivia

RESUMEN

Se presentan los exámenes de la 8^{va} Olimpiada Boliviana de Física. Estos corresponden a los niveles de Tercero y Cuarto de Secundaria y fueron tomados en fechas 21 y 22 de Agosto de 2003 en Santa Cruz de la Sierra.

8va OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

Comité Organizador:

Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI)
Ministerio de Educación – Republica de Bolivia
Academia Nacional de Ciencias de Bolivia (ANCB)
Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA)
Carrera de Física – Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)

EXAMEN – 3ro de Secundaria

(1700200021082003)

Instrucciones:
- Lee todo el examen y consulta si tienes alguna duda.
- NO coloques tus datos personales ni en la hoja del examen ni en las hojas de tus soluciones!, se te dará un formulario para eso.
- La parte conceptual vale 40% y la parte practica 60%.
- Tienes un tiempo de 3 horas.

PARTE CONCEPTUAL

1. Explicar analíticamente la fuerza ascensional dinámica que actúa sobre las alas de un avión.
2. En una caja de masa M, que cuelga de un hilo delgado, golpea una bala de masa m, que vuela horizontalmente con una velocidad v_0 desconocida. La bala se incrusta en la caja lo que hace que esta se eleve una altura h. Calcule la velocidad de la bala.
3. Una moneda está sumergida en agua a una profundidad H. Si miramos desde arriba y en dirección vertical ¿a que profundidad vemos la moneda?
4. Una persona salta de un avión y va cayendo muy rápidamente a través del aire, su aceleración (explique):
   a) Crece
   b) Decrece
   c) Se mantiene constante

PARTE PRACTICA

1. En el último segundo de caída libre de un objeto este recorre las tres cuartas partes de todo su camino. El cuerpo sale del reposo. En cuanto tiempo llega al piso? De Que altura cae?
2. Una barra que se mueve hacia abajo y hacia arriba una distancia total de 5 mm genera una onda sinusoidal transversal en el extremo de una cuerda larga horizontal. El movimiento es continuo y se repite regularmente 120 veces por segundo
   a. Si la cuerda tiene una densidad lineal de 0.25 Kg/m y se mantiene bajo una tensión de 90 N determinar la rapidez, amplitud, frecuencia y longitud de onda del movimiento ondulatorio.
   b. Escribir la ecuación de onda suponiendo que la onda se mueva en el sentido $+xy$ y que en el tiempo $t = 0$, el extremo de la cuerda descrito por $x = 0$ esté en su posición de equilibrio $y = 0$.
3. Un espejo convexo tiene un radio de curvatura de 20 cm. Si una fuente puntual se coloca a 14 cm del espejo sobre el eje óptico ¿donde se encuentra la imagen?

8va OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

Comité Organizador:

Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI)
Ministerio de Educación – Republica de Bolivia
Academia Nacional de Ciencias de Bolivia (ANCB)
Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA)
Carrera de Física – Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)

SOLUCIONES

PARTE CONCEPTUAL

1. El ángulo de ataque del ala produce una desviación del aire hacia abajo. De la 3ra ley de Newton la reacción a esta fuerza descendente del ala sobre el aire es una fuerza ascendente **F**, o empuje, ejercida por el aire sobre el ala. Las líneas de corriente de aire en torno al ala de un avión hacen que la velocidad del aire por encima del ala tenga mayor magnitud que la velocidad del aire por debajo de esta, lo que implica que la presión arriba del ala sea menor que la presión abajo lo cual crea un empuje ascendente a las alas.

2. De la conservación del momentum: $mV = (m+M)V_B$. De la conservación de la energía: $mV^2/2 = (m+M)V_B$, $E = (m+M)gh = (mV)^2/2(m+M)$, $V^2 = 2gh(m+M)^2/m^2$, de donde finalmente se obtiene: $V = \sqrt{2gh}(m+M)/m$

3. $h = 3H/4$

4. La aceleración decrece debido a que la fuerza neta sobre la persona también decrece. La fuerza neta es igual a su peso menos la resistencia del aire, y como la resistencia del aire aumenta con el incremento de la velocidad, la fuerza neta y en consecuencia su aceleración decrece. De la segunda Ley de Newton:

$$a = \frac{F_{NETA}}{m} = \frac{mg - R}{m}$$

donde **mg** es el peso del paracaidista, y **R** es la resistencia del aire que se encuentra en la caída libre. Como **R** crece, **a** decrece. Nota que si el paracaidista cae lo suficientemente rápido tal que **R=mg**, entonces **a=0**, lo que significa que sin aceleración la velocidad de caída será constante.

Realicemos un paso adicional en la ecuación que se deriva de la 2ª ley de Newton: dividamos **mg** y **R** por **m** para obtener

$$a = g - \frac{R}{m}$$

Nota que la aceleración **a** siempre será menor a **g** si la resistencia del aire **R** se opone a la caída. Solo cuando **R=0** se tendrá **a = g**.

8va OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

Comité Organizador:

Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI)
Ministerio de Educación – Republica de Bolivia
Academia Nacional de Ciencias de Bolivia (ANCB)
Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA)
Carrera de Física – Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)

PARTE PRACTICA

1. $t = 2$ segundos. $H = 19.6$ metros
2.
   a. El extremo se mueve a 0.25 cm a partir de la posición de equilibrio primero por encima de ella y después por debajo; por lo tanto la amplitud es 0.25 cm. El movimiento completo se repite 120 veces cada segundo, de modo que la frecuencia es ν =120 Hz. La rapidez de la onda esta dada por $V = \sqrt{F/\mu}$ de donde V = 19 m/s. La longitud de onda está dada por $\lambda = V/\nu$ = 16 cm.

   b. La expresión general para una onda sinusoidal transversal que se mueve en la dirección $+x$ es $y = y_m\ sen\ (kx - \omega t - \phi)$. Como se quiere que $y = 0$ en las condiciones $x = 0$ y $t = 0$, entonces la fase ϕ debe tomarse igual a cero. Por tanto la ecuación queda: $y = y_m\ sen\ (kx - \omega t)$ y con los valores recién encontrados la ecuación de la onda es: $y = 0.25\ sen\ (0.39\ x - 740\ t)$, en donde x e y están expresadas en centímetros y t en segundos.
3. Usando la ecuación $\frac{1}{o} + \frac{1}{i} = \frac{2}{r}$ y notando que r es negativa debido a que el centro de curvatura del espejo está en el lado Virtual. Por tanto $\frac{1}{14cm} + \frac{1}{i} = \frac{2}{-20cm}$, que da como resultado i = -5.8 cm. El signo negativo recuerda que la imagen está en el lado virtual del espejo. También se puede resolver el problema gráficamente.

8va OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

Comité Organizador:

Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI)
Ministerio de Educación – Republica de Bolivia
Academia Nacional de Ciencias de Bolivia (ANCB)
Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA)
Carrera de Física – Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)

EXAMEN – 4to de Secundaria

(1700200021082003)

Instrucciones: – Lea todo el examen y consulte si tienes alguna duda – NO coloque sus datos personales ni en la hoja del examen ni en las hojas de sus soluciones!, se le proporcionará un formulario para eso – Tiene un tiempo de 3 horas.

PARTE CONCEPTUAL

1. Un estudiante se para sobre una plataforma giratoria (eje de rotación vertical). Entre sus manos sujeta verticalmente el eje de una rueda de bicicleta pesada. La rueda gira alrededor de su eje con una rapidez constante ω_0, pero el estudiante y la plataforma están en reposo. ¿Que sucede cuando el estudiante cambia la dirección de la rotación de la rueda? Es decir gira el eje de la rueda un dado ángulo. Explique.
2. Representar gráficamente el ciclo de Carnot en un diagrama Presión – Volumen y demostrar que la eficiencia de una máquina de Carnot que utiliza un Gas Ideal como sustancia de trabajo es $e = (T_1 - T_2)/T_1$ donde T_1 y T_2 son las Temperaturas inicial y final respectivamente. Ayuda: El trabajo por mol n hecho por un Gas Ideal en una dilatación isotérmica a la temperatura T desde un volumen inicial V_i hasta un volumen final V_f es: $\frac{W}{n} = RT \ln \frac{V_f}{V_i}$.
3. Dibuje las líneas de fuerza del campo creado por dos cargas de signos contrarios ($+q_1$ y $-q_2$), bajo la condición de que una de las cargas (por ejemplo $+q_1$) es cuatro veces mayor que la otra.
4. Dos delfines se mueven al encuentro. Uno de ellos emite impulsos sonoros con la frecuencia de repetición ν ¿Con que frecuencia ν' llegan estos impulsos al otro delfín si la velocidad de los delfines respecto al agua es igual a V?. La velocidad del sonido en el agua es c. La distancia a la que están los delfines inicialmente es L. Deduzca su respuesta.

PARTE PRACTICA

1. Al péndulo AB con la bolita de la masa M está suspendido el péndulo BC con la bolita de la masa m como se aprecia en la *figura 1*. El punto A ejecuta oscilaciones en dirección horizontal con el periodo T. Hallar la longitud L del hilo BC si se conoce que el hilo AB permanece vertical.
2. Un espejo convexo tiene un radio de curvatura de 20 cm. Si una fuente puntual se coloca a 14 cm del espejo sobre el eje óptico ¿donde se encuentra la imagen?
3. En cuanto tiempo llega al suelo la masa m_2 del sistema de la *figura 2*? Considere despreciables las masas de las poleas y de los hilos. El movimiento comienza del reposo. Datos: $m_1 = 1$ Kg., $m_2 = 10$ Kg., $\mu = 0.5$, h = 1 m.

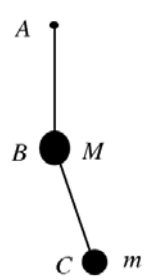


figura 1

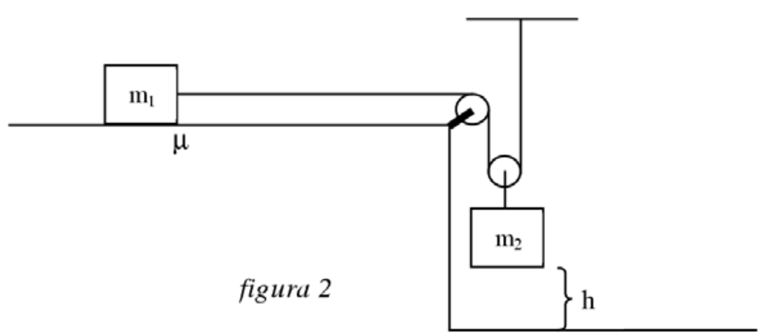


figura 2

8va OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

Comité Organizador:

Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI)
Ministerio de Educación – Republica de Bolivia
Academia Nacional de Ciencias de Bolivia (ANCB)
Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA)
Carrera de Física – Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)

SOLUCIONES
PARTE CONCEPTUAL

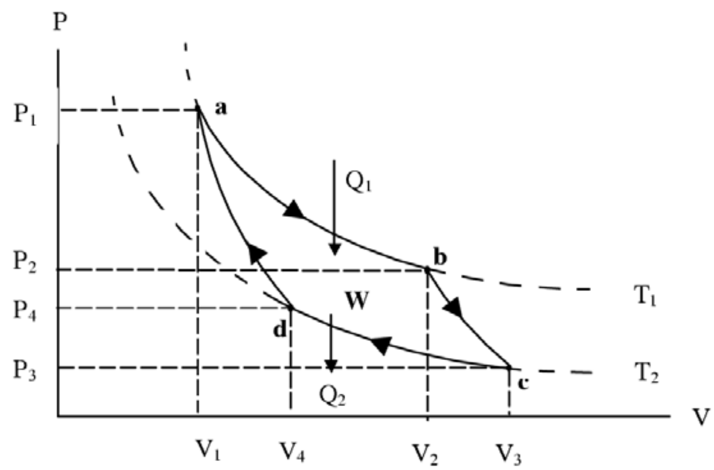
1. Consideremos que el sistema es el estudiante más la plataforma más la rueda. El momento cinético total inicial de este sistema $I_0\omega_0$, proveniente de la rueda en rotación, siendo I_0 la inercia rotacional de la rueda alrededor de su eje; ω_0 apunta verticalmente hacia arriba *Figura 1aS*:

Después el estudiante gira el eje de la rueda un ángulo respecto a la vertical para lo cual debe aplicar una torca interna al sistema . Como no hay una componente externa de la torca sobre el sistema respecto al eje vertical, la componente vertical del momento cinético del sistema debe conservarse. Sin embargo, como la rueda está girando en torno a un eje que forma un ángulo θ respecto de la vertical, contribuye con una componente vertical de solo $I_0\omega_0\ \cos\theta$ al momento cinético del sistema. Por lo tanto el estudiante y la plataforma deben suministrar el momento cinético adicional respecto al eje vertical tal que el sistema (estudiante más base giratoria) empiezan a girar. Este momento cinético vertical extra $I_e\omega_e$ al añadirse al $I_0\omega_0\ \cos\theta$, debe ser igual al valor inicial del momento cinético vertical del sistema $I_0\omega_0$ (ley de conservación del momento cinético). Es decir,

$$I_e\omega_e = I_0\omega_0 - I_0\omega_0\ \cos\theta = I_0\omega_0\,(1-\cos\theta)$$

Donde I_e es la inercia rotacional del estudiante y de la plataforma respecto al eje vertical, y ω_e es su rapidez angular alrededor de dicho eje, *Figura 1bS*.
Cuando el estudiante hace girar el eje de la rueda ejerce sobre el una torca que dura un tiempo Δt , que es el que se invierte en reorientar al eje. La componente de la reacción a esta "torca – impulso" actúa sobre el estudiante pudiendo explicar así el momento cinético vertical qué adquieren el y la plataforma.

2. Podemos representar gráficamente el ciclo de Carnot para un Gas Ideal en un diagrama Presión – Volumen como:



Donde:

- Q_1 es el calor absorbido por el sistema
- Q_2 es el calor cedido por el sistema
- W es el Trabajo neto efectuado por el sistema durante el ciclo.
- T_1 es la Temperatura inicial

8va OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

Comité Organizador:

Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI)
Ministerio de Educación – Republica de Bolivia
Academia Nacional de Ciencias de Bolivia (ANCB)
Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA)
Carrera de Física – Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)

- T_2 es la Temperatura final. Notar que $T_1 > T_2$
- V_1, V_2, V_3 y V_4 son los volúmenes del sistema en sus distintas etapas
- P_1, P_2, P_3 y P_4 son las presiones del sistema también es sus distintas etapas
- **a, b, c** y **d** son los puntos que resaltan el ciclo de Carnot
- e es la eficiencia

La eficiencia e de una maquina térmica es la relación entre el trabajo neto efectuado por la máquina durante un ciclo y el calor que se toma de la fuente a mayor temperatura en el mismo ciclo, es decir: $e = \frac{W}{Q_1}$ pero $W = Q_1 - Q_2$ (1ra ley de la Termodinámica), entonces: $e = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$.

Ahora, a lo largo de la trayectoria Isotérmica **ab**, la Temperatura y por lo tanto la energía interna de un Gas Ideal permanecen constantes. De la primera ley, el calor Q_1 absorbido por el gas en su dilatación debe ser igual al trabajo W, efectuado en esta dilatación es decir: $Q_1 = W_1 = nRT_1 \ln(V_2 / V_1)$.

De igual manera a lo largo de la trayectoria **cd**, tenemos $Q_2 = W_2 = nRT_2 \ln(V_3 / V_4)$.

Dividiendo estas dos últimas ecuaciones, obtenemos: $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1 \ln(V_2 / V_1)}{T_2 \ln(V_3 / V_4)}$.

Para un Gas Ideal en las trayectorias **ab** y **cd** (procesos isotérmicos) se cumplen las ecuaciones: $P_1V_1 = P_2V_2$ y $P_3V_3 = P_4V_4$ respectivamente.

Para las trayectorias **bc** y **da** (procesos adiabáticos) para un Gas Ideal se cumplen las ecuaciones: $P_2V_2^{\gamma} = P_3V_3^{\gamma}$ y $P_4V_4^{\gamma} = P_1V_1^{\gamma}$ respectivamente.

Multiplicando estas cuatro ecuaciones termino a termino y suprimiendo el factor constante $P_1P_2P_3P_4$ que aparece en ambos miembros, y simplificando obtenemos finalmente $V_2 / V_1 = V_3 / V_4$.

Por lo tanto $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$, de modo que finalmente $e = 1 - T_2 / T_1$.

3. Para encontrar la intensidad resultante en el punto **r**, se debe sumar vectorialmente las intensidades de cada una de las cargas, las que están representadas por los vectores **E₁(r)** y **E₂(r)**, tal que **E(r)=E₁(r)+E₂(r)**. Usando esta regla se escogen unos cuantos puntos en el espacio circundante al dipolo construyendo en cada uno de ellos el par de vectores de las intensidades del campo. Luego hacemos la suma vectorial en cada uno de los puntos escogidos obteniendo los vectores resultantes $\mathbf{E_A}$, $\mathbf{E_B}$, $\mathbf{E_C}$, ...Estos vectores deben ser tangentes a las líneas de fuerza del campo en los puntos correspondientes y son directamente proporcionales a la magnitud del campo en ese lugar. Siguiendo esta regla podemos graficar las líneas de fuerza y concluir que la influencia de la carga $+q_1$, se hace más fuerte y el campo creado por esta empieza a dominar completamente sobre el campo creado por la carga $-q_2$.
4. Sea que en el momento inicial de tiempo $(t = 0)$ los delfines se encuentran a la distancia L y el primer delfín emite un impulso. El segundo delfín recibirá este impulso al cabo del lapso de tiempo t_1. En ese tiempo el sonido recorrerá el camino $L - Vt_1$. Consiguientemente $t_1 = (L - Vt_1)/c$. El siguiente impulso es emitido por el primer delfín dentro del lapso de tiempo $T = 1/\nu$. Este impulso llegará hasta el segundo delfín en el momento de tiempo $t_2 = T + \frac{(L - Vt_1) - VT - V(t_2 - t_1)}{c}$. Al restar estas dos ecuaciones y notando que $t_2 - t_1 = T'$ obtenemos $T' = T - \frac{V}{c}(T + T')$, de donde hallamos: $T' = T\frac{c - V}{c + V}$, por consiguiente, la frecuencia de repetición de los impulsos que percibe el segundo delfín es igual a $\nu' = \nu\frac{c + V}{c - V}$, variación conocida como *Efecto Doppler*.

8va OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

Comité Organizador:

Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI)
Ministerio de Educación – Republica de Bolivia
Academia Nacional de Ciencias de Bolivia (ANCB)
Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA)
Carrera de Física – Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)

PARTE PRACTICA

1. Ya que el hilo AB permanece vertical, en la bola de masa M durante el movimiento del sistema no actúan las fuerzas horizontales. Esto significa que las fuerzas horizontales tampoco actúan en el sistema constituido por las dos bolas M y m, y las bolas deben moverse de modo que su centro de masas no se desplace en el sentido horizontal (*figura 1s*). Por ello la bola de masa m se mueve como si estuviese fijada al hilo de largo x (en donde x es la distancia entre la bola y el centro de masas). El periodo de oscilaciones de tal péndulo es $T = 2\pi\sqrt{x/g}$. Este período, por lo visto, es igual al período de oscilaciones del punto A. Hallemos ahora x . Con arreglo a la propiedad del centro de masas tenemos: $xm = (L - x)M$, de donde $x = L\dfrac{M}{m+M}$. Por lo tanto el período de oscilaciones será $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}\dfrac{M}{m+M}}$, de donde $L = \dfrac{T^2 g}{4\pi^2}\dfrac{m+M}{M}$.

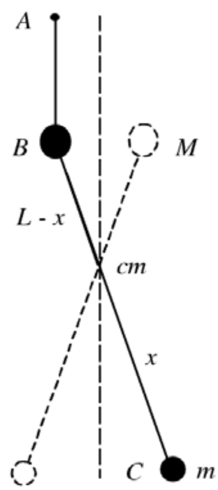


figura 1s

2. Usando la ecuación $\dfrac{1}{o}+\dfrac{1}{i}=\dfrac{2}{r}$ y notando que r es negativa debido a que el centro de curvatura del espejo está en el lado Virtual. Por tanto $\dfrac{1}{14cm}+\dfrac{1}{i}=\dfrac{2}{-20cm}$, que da como resultado i = -5.8 *cm*. El signo negativo recuerda que la imagen está en el lado virtual del espejo. También se puede resolver el problema gráficamente.

3. Usando las ecuaciones $\sum F_x = ma_x$ y $\sum F_y = ma_y$ (2da ley de Newton) así como también $t = \sqrt{\dfrac{2h}{a_y}}$ se halla que $t = 0.56$ *segundos.*

VIII Olimpiada Boliviana de Física
Santa Cruz, 21, 22 de Agosto 2003.

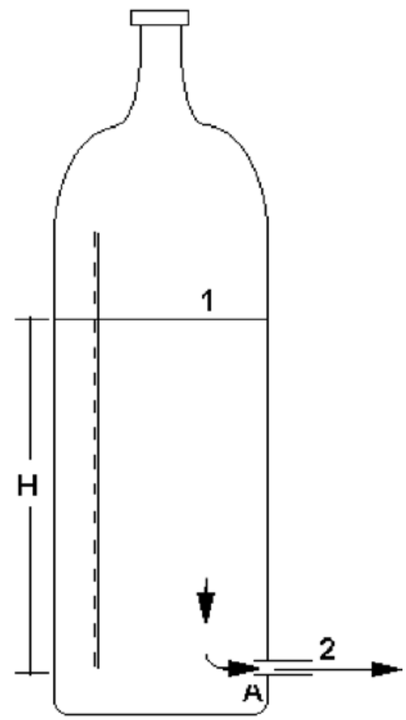
PRUEBA EXPERIMENTAL POR DELEGACIONES

PÉRDIDA DE PRESIÓN HIDRAÚLICA.[1]

1.- Planteamiento del problema a tratar en el experimento.

En la figura mostramos el dispositivo experimental para estudiar la pérdida de presión debida al estrangulamiento del flujo al pasar de la botella a la bombilla. Punto "A" en la figura.

De la ecuación de Bernoulli para los puntos 1 y 2 de una línea de flujo tenemos:



$$\rho g H + \frac{1}{2}\rho v_1^2 - \frac{1}{2}\rho v_2^2 = 0$$

ρ es la densidad del líquido.

$$v_1^2 << v_2^2$$

porque el área de la botella s_1 es muy grande comparada con el área s_2 de la bombilla por donde descarga el líquido. De modo que:

$$\frac{s_2}{s_1} << 1$$

Esto se obtiene de la ecuación de continuidad:

$$s_1 v_1 = s_2 v_2$$

$$\Rightarrow v_1 = \frac{s_2}{s_1} v_2 << v_2$$

Entonces:

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g H = 0$$

$$\Rightarrow v^2 = 2gH$$

[1] *Referencia: "Pin-hole water flow from cylindrical bottles", Paulo Murilo Castro de Oliveira et.al., Phys. Educ. 35(2), March 2000*

Donde v es la velocidad con que descarga el líquido por la bombilla.

Sin embargo, en el estrangulamiento (punto A), se produce una perdida de presión de manera que la ecuación de Bernoulli ya no es válida y se debe corregir por:

$$\rho g H - \frac{1}{2}\rho v^2 = \Delta P$$
$$\Rightarrow v^2 = 2g(H - h)$$

Donde: $$h = \frac{\Delta P}{\rho g}$$

ΔP es la pérdida de presión.
Consideremos dos valores v y v' de la velocidad de descarga, muy próximos, correspondientes a las alturas H y H' respectivamente, de modo que:

$$v^2 = 2g(H - h)$$
$$v'^2 = 2g(H' - h)$$

La variación es:

$$v'^2 - v^2 = 2g(H' - H)$$
$$(v' - v)(v' + v) = 2g\Delta H$$

ΔH es la variación en la altura del líquido.
$\Delta v = v' - v$ es la variación de la velocidad de descarga.
Como v' y v son muy próximos: $v' + v \cong 2v$.

Entonces:

$$v\Delta v = g\Delta H$$

Sea V, la velocidad con que baja el líquido. Como vimos:

$$s_1 V = s_2 v$$
$$v = \frac{s_1}{s_2} V$$

Luego:

$$\left(\frac{s_1}{s_2}\right)^2 V\Delta V = g\Delta H$$

Sea Δt el tiempo en que se ha producido la variación. Dividiendo la anterior ecuación entre Δt y teniendo en cuenta que $V = -\dfrac{\Delta H}{\Delta t}$ (el signo menos se debe a que la altura disminuye), tenemos:

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = -\left(\frac{s_2}{s_1}\right)^2 g$$

El cambio de velocidad por unidad de tiempo del líquido al bajar (en este caso se trata de una deceleración), es constante. Esto quiere decir que la velocidad del líquido al bajar disminuye linealmente con el tiempo.

2.- Experimento.

En términos de la velocidad con que disminuye la altura del líquido:

$$V^2 = \left(\frac{s_2}{s_1}\right)^2 2g(H-h)$$

$$V^2 = k(H-h)$$

Graficar V^2 vs. H.
Encontrar h.
Calcular ΔP.

Ayuda:
Forma de obtener los datos.

Mantenga tapada la boquilla con el dedo índice.
Destape la boquilla y espere que el líquido baje hasta pasar por la próxima marca de la regla. En ese momento dispare el cronómetro y registre el tiempo en que el líquido ha bajado entre dos marcas consecutivas. Por ejemplo cada centímetro.
Tape nuevamente la boquilla con el dedo.
Repita el procedimiento para las dos marcas siguientes.
Si, por ejemplo, usted mide el tiempo entre los 19 y 18 cm. El valor correspondiente a la altura media será 18.5 cm.
La próxima medida será entre los 17 y 16 cm., correspondiente a una altura media de 16.5cm.

Repita el procedimiento varias veces y obtenga un promedio de sus resultados medidas de la velocidad para cada altura registrada.

VIII Olimpiada Boliviana de Física
Santa Cruz, 21 y 22 de Agosto 2003.

PRUEBA EXPERIMENTAL POR DELEGACIONES.

SOLUCION.

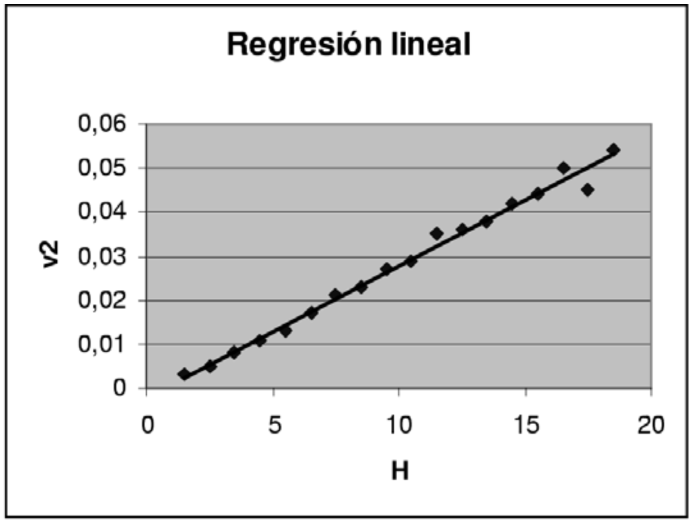
A continuación se muestran un ejemplo de resultados obtenidos sobre los promedios de cinco medidas para cada altura *H*.

V^2 [(cm/s)^2]	*H* [cm]	V^2 [(cm/s)^2]	*H* [cm]
0,054	18,5	0,027	9,5
0,045	17,5	0,023	8,5
0,050	16,6	0,021	7,5
0,044	15,5	0,017	6,5
0,042	14,5	0,013	5,5
0,038	13,5	0,011	4,5
0,036	12,5	0,008	3,5
0,035	11,5	0,005	2,5
0,029	10,5	0,003	1,5

El cuadrado de las velocidades se calcularon como:

$$v_i^2 = \left(\frac{1cm}{\bar{t}_i^2} \right)^2$$

La distancia fue de un cm. y $\bar{t}_i$ es el promedio del tiempo calculado sobre cinco medidas.



Resultados:

Pendiente:

$$k = 2.99 \times 10^{-3}\ {cm}/{s^2} \cong 0.003\ {cm}/{s^2}$$

Coeficiente de regresión:

$$r = 0.9945$$

Ajuste lineal:

$$V^2 = -2.04 \times 10^{-3}\ {cm^2}/{s^2} + 2.99 \times 10^{-3}\ {cm}/{s^2}\ H$$

Valor de h buscado:

$$\text{Para } V^2 = 0: \qquad H = h = 0.68cm$$

Pérdida de presión:

$$\Delta P = \rho g h = 667.1\ {Din}/{cm^2}$$