VISCOSIDAD

INTEGRANTES:

- Angie Johanna Torres Pedraza
- Andrea Viviana Rodríguez Archila
- Carolina Martínez Castillo
- Maria Paola Reyes Gómez

INTRODUCCION

La viscosidad es una propiedad característica de los fluidos, en la cual hay una resistencia a deformarse, esta solo se manifiesta cuando hay movimiento, en ella actúa la fuerza resistente (García, 2006).

Sobre todo cuerpo que se mueve en un fluido viscoso actúa una fuerza resistente que se opone al movimiento. La Ley de Stokes expresa que para cuerpos esféricos el valor de esta fuerza es:

$$F_r = 6\pi\eta r v$$

Donde η es el coeficiente de viscosidad del fluido, o viscosidad absoluta, r el radio de la esfera y v la velocidad de la misma con respecto al fluido. Si consideramos un cuerpo que cae libremente en el seno de un fluido, al cabo de cierto tiempo, cuando el peso sea equilibrado por la fuerza F_r y por el empuje de Arquímedes, habrá adquirido una velocidad constante $v = v_l$, llamada *velocidad límite.* Es decir, según la Segunda Ley de Newton:

$$\rho g V = \rho' g V + 6\pi\eta r v$$

Donde ρ y ρ' corresponden a la densidad del cuerpo y del fluido, respectivamente. El primer miembro de la ecuación anterior corresponde al peso de la esfera, el primer término del miembro de la derecha al empuje del fluido, y el segundo término a la fuerza resistente. A partir de la ecuación anterior puede obtenerse la siguiente expresión para la viscosidad (MECANICA Y FLUIDOS):

$$\eta = \frac{2}{9}\frac{gr^2}{v_l}\left(\rho - \rho'\right)$$

MATERIALES Y METODOS

En la práctica se utilizó una probeta graduada, bandas de caucho, glicerina, cronómetro, regla, esferas de diferentes radios, balanza, calibrador y densímetro. Lo primero que se realizo fue ubicar las bandas de caucho, la banda superior a 2 centímetros debajo de la superficie libre de la glicerina y la banda inferior a 2 centímetros por encima de la base de la probeta; se midió la distancia entre estos dos puntos. Luego se midió el diámetro y la masa de 5 esferas de diferentes tamaños, que luego se dejaron sumergir una a una en la probeta que contenía glicerina, y se tomaba el tiempo que tardaba en llegar de una banda a otra. Con estos datos (radio, el volumen, la densidad, masa y tiempo) se pudo calcular la viscosidad de la glicerina también los errores de la velocidad límite, el volumen (V) y la densidad y a partir de estos, el error de la viscosidad de la glicerina.

RESULTADOS

Tabla 1: Diámetros, radios, masas, viscosidad y densidades de las esferas.

Esfera	Diámetro (mm3)	Masa (g)	Viscosidad de fluido(η)	Densidad (g/cm^3)
1	17,95	6,35	16,87	2,09
2	11,9	1,75	12,43	1,98
3	10,4	4,48	18,56	0,02
4	5,75	0,48	20,48	4,82
5	25,9	6,85	-0,036	0,75

Tabla 2: Tiempos de caída de cada una de las esferas en la glicerina.

Tiempo de caída de las Esferas (s) (distancia = 19cm)					
Repeticiones	**Esfera 1**	**Esfera 2**	**Esfera 3**	**Esfera 4**	**Esfera 5**
1	3,9	5,22	0,87	3,31	16,78
2	3,92	4,85	1,05	3,32	19,68
3	3,95	5,1	1,02	4,25	19,03
4	3,93	4,9	0,9	3,35	18,67
5	3,92	4,9	1,1	3,2	16,60
Promedio (t)	3,92	4,994	0,99	3,49	19,15

Tabla 3: Errores de los cálculos.

Esfera	Volumen	Densidad	Viscosidad
1	0.075	0.09	2.07
2	5.14	0.177	1.74
3	0.15	0.14	0.13
4	0.42	0.79	0.078
5	0.55	0.07	-0,15

Bola 1

$$\varphi = \frac{6m}{\pi * D^3}$$

$$\varphi = \frac{6(6.35g)}{\pi(1.975cm^3)^3}$$

$$\varphi = \frac{38.1g}{18.16cm^3}$$

$$\varphi = 2.09\,\frac{g}{cm^3}$$

$$\Delta\varphi = \varphi(\frac{\Delta m}{m} + 3\,\frac{\Delta D}{D})$$

$$\Delta\varphi = \left(\frac{0.1}{6.35\ g} + \frac{3(0.05)}{1.795\ cm^3}\right)$$

$$\Delta\varphi = 0.09\,\frac{g}{cm^3}$$

$$v = \frac{\ell}{t}$$

$$v = \frac{19\ cm}{3.92\ s}$$

$$v = 4.84\,\frac{cm}{s}$$

$$\varphi = 2.09\,\frac{g}{cm^3}\ \pm 0.09\,\frac{g}{cm^3}$$

$$n = \frac{D^2 * g(\varphi c - \varphi g)}{18v}$$

$$n = \frac{\left(2.09\frac{g}{cm^3} - 1.25\frac{g}{cm^3}\right)\left(1.795\ cm^3\right)}{18\left(4.84\frac{cm}{s}\right)}\,(979\,\frac{cm}{s})$$

$$n = \frac{(1.50\ g)}{(87.12\,\frac{cm}{s})}\ (979\,\frac{cm}{s})$$

$$n = 16.85\ poise$$

$$\Delta v = (\frac{\Delta\ell}{\ell} + \frac{\Delta t}{t})$$

$$\Delta v = \left(\frac{1}{19} + \frac{0.1}{3.92}\right)$$

$$\Delta v = (0.05 + 0.025)$$

$$\Delta v = 0.075\,\frac{cm}{s}$$

$$\Delta n = \frac{\Delta\varphi c +\ \Delta\varphi g}{\varphi c -\ \varphi g} + \frac{2\Delta D}{D} + \frac{\Delta v}{v}$$

$$\Delta n = \frac{\left(0.05\,\frac{g}{cm^3} + 0.09\,\frac{g}{cm^3}\right)}{\left(2.09\,\frac{g}{cm^3} - 1.25\,\frac{g}{cm^3}\right)} + \frac{2(0.05)}{1{,}795\ cm^3} + \frac{0.225\,\frac{cm}{s}}{4.84\,\frac{cm}{s}}$$

$$\Delta n = \frac{0.14\,\frac{g}{cm^3}}{\left(0.84\,\frac{g}{cm^3}\right)} + \frac{0.1\ cm^3}{1.795\ cm^3} + \frac{0.075\,\frac{cm}{s}}{4.84\,\frac{cm}{s}}$$

$$\Delta n = 0.16\,\frac{g}{cm^3} + 1.875 + 0.015\,\frac{cm}{s}$$

$$\Delta n = 2.07\ poise$$

$n\ \pm\ \Delta n$ $\quad$ 16.87 poise $\pm$ 2.07 poise

Bola 2

$$\varphi = \frac{6m}{\pi * D^3}$$

$$\varphi = \frac{6(1.75g)}{\pi(1.19cm^3)^3}$$

$$\varphi = \frac{10.5g}{5.29cm^3}$$

$$\varphi = 1.98\frac{g}{cm^3}$$

$$\Delta\varphi = \varphi(\frac{\Delta m}{m} + 3\frac{\Delta D}{D})$$

$$\Delta\varphi = \left(\frac{0.1}{1.75\ g} + \frac{3(0.05)}{1.19\ cm^3}\right)$$

$$\Delta\varphi = 0.177\frac{g}{cm^3}$$

$$v = \frac{\ell}{t}$$

$$v = \frac{19\ cm}{4.99\ s}$$

$$v = 3.80\frac{cm}{s}$$

$$\varphi = 1.98\frac{g}{cm^3} \pm 0.177\frac{g}{cm^3}$$

$$n = \frac{D^2 * g(\varphi c - \varphi g)}{18v}$$

$$n = \frac{\left(1.98\frac{g}{cm^3} - 1.25\frac{g}{cm^3}\right)\left(1.19\ cm^3\right)}{18\left(3.80\frac{cm}{s}\right)}(979\frac{cm}{s})$$

$$n = \frac{(0.8687\ g)}{(68.4\frac{cm}{s})}\ (979\frac{cm}{s})$$

$$n = 12.43\ poise$$

$$\Delta v = (\frac{\Delta\ell}{\ell} + \frac{\Delta t}{t})$$

$$\Delta v = \left(\frac{1}{19} + \frac{0.1}{4.99}\right)$$

$$\Delta v = (0.05 + 5.09)$$

$$\Delta v = 5.142\frac{cm}{s}$$

$$\Delta n = \frac{\Delta\varphi c + \Delta\varphi g}{\varphi c - \varphi g} + \frac{2\Delta D}{D} + \frac{\Delta v}{v}$$

$$\Delta n = \frac{\left(0.05\frac{g}{cm^3} + 0.177\frac{g}{cm^3}\right)}{\left(1.98\frac{g}{cm^3} - 1.25\frac{g}{cm^3}\right)} + \frac{2(0.05)}{1{,}19\ cm^3} + \frac{5.142\frac{cm}{s}}{3.80\frac{cm}{s}}$$

$$\Delta n = \frac{0.227\frac{g}{cm^3}}{\left(0.73\frac{g}{cm^3}\right)} + \frac{0.1\ cm^3}{1.19\ cm^3} + \frac{5.142\frac{cm}{s}}{3.80\frac{cm}{s}}$$

$$\Delta n = 0.31\frac{g}{cm^3} + 0.084 + 1.353\frac{cm}{s}$$

$$\Delta n = 1.744\ poise$$

$$n\ \pm\ \Delta n$$

12.43 poise $\pm$ 1.744 poise

Bola 3

$$\varphi = \frac{6m}{\pi * D^3}$$

$$\varphi = \frac{6(4.48\ g)}{\pi(1.04cm^3)^3}$$

$$\varphi = \frac{26.88.5g}{3.53cm^3}$$

$$\varphi = 7.61\frac{g}{cm^3}$$

$$\Delta\varphi = \varphi(\frac{\Delta m}{m} + 3\frac{\Delta D}{D})$$

$$\Delta\varphi = \left(\frac{0.1}{4.48\ g} + \frac{3(0.05)}{1.04\ cm^3}\right)$$

$$\Delta\varphi = 0.14\frac{g}{cm^3}$$

$$v = \frac{\ell}{t}$$

$$v = \frac{19\ cm}{0.98\ s}$$

$$v = 19.38\frac{cm}{s}$$

$$\varphi = 0.02\frac{g}{cm^3}\ \pm 0.14\frac{g}{cm^3}$$

$$n = \frac{D^2 * g(\varphi c - \varphi g)}{18v}$$

$$n = \frac{\left(7.61\frac{g}{cm^3} - 1.25\frac{g}{cm^3}\right)(1.04\ cm^3)}{18\left(19.38\frac{cm}{s}\right)}(979\frac{cm}{s})$$

$$n = \frac{(6.614\ g)}{(348.84\frac{cm}{s})}\ (979\frac{cm}{s})$$

$$n = 18.56\ poise$$

$$\Delta v = (\frac{\Delta\ell}{\ell} + \frac{\Delta t}{t})$$

$$\Delta v = \left(\frac{1}{19} + \frac{0.1}{0.98}\right)$$

$$\Delta v = (0.05 + 0.102)$$

$$\Delta v = 0.154\frac{cm}{s}$$

$$\Delta n = \frac{\Delta\varphi c + \Delta\varphi g}{\varphi c - \varphi g} + \frac{2\Delta D}{D} + \frac{\Delta v}{v}$$

$$\Delta n = \frac{\left(0.05\frac{g}{cm^3} + 0.16\frac{g}{cm^3}\right)}{\left(7.61\frac{g}{cm^3} - 1.25\frac{g}{cm^3}\right)} + \frac{2(0.05)}{1.04\ cm^3} + \frac{0.154\frac{cm}{s}}{19.38\frac{cm}{s}}$$

$$\Delta n = \frac{0.21\frac{g}{cm^3}}{\left(6.36\frac{g}{cm^3}\right)} + \frac{0.1\ cm^3}{1.04\ cm^3} + \frac{0.154\frac{cm}{s}}{19.38\frac{cm}{s}}$$

$$\Delta n = 0.033\frac{g}{cm^3} + 0.09 + 7.94 * 10^{-3}\frac{cm}{s}$$

$$\Delta n = 0.13\ poise$$

$$n \pm \Delta n$$

18.56 poise $\pm$ 0.13 poise

Bola 4

$$\varphi = \frac{6m}{\pi * D^3}$$

$$\varphi = \frac{6(0.48\ g)}{\pi(0.575cm^3)^3}$$

$$\varphi = \frac{2.88g}{0.597cm^3}$$

$$\varphi = 4.82\frac{g}{cm^3}$$

$$\Delta\varphi = \varphi\left(\frac{\Delta m}{m} + 3\frac{\Delta D}{D}\right)$$

$$\Delta\varphi = \left(\frac{0.1}{0.48\ g} + \frac{3(0.05)}{0.597\ cm^3}\right)$$

$$\Delta\varphi = 0.796\frac{g}{cm^3}$$

$$\varphi = 4.82\frac{g}{cm^3} \pm 0.796\frac{g}{cm^3}$$

$$v = \frac{\ell}{t}$$

$$v = \frac{19\ cm}{3.48\ s}$$

$$v = 5.45\frac{cm}{s}$$

$$n = \frac{D^2 * g(\varphi c - \varphi g)}{18v}$$

$$n = \frac{\left(4.82\frac{g}{cm^3} - 1.25\frac{g}{cm^3}\right)(0.575\ cm^3)}{18\left(5.45\frac{cm}{s}\right)}\left(979\frac{cm}{s}\right)$$

$$n = \frac{(2.05\ g)}{(98.1\frac{cm}{s})}\left(979\frac{cm}{s}\right)$$

$$n = 20.48\ poise$$

$$\Delta v = \left(\frac{\Delta \ell}{\ell} + \frac{\Delta t}{t}\right)$$

$$\Delta v = \left(\frac{1}{19} + \frac{0.1}{3.48}\right)$$

$$\Delta v = (0.05 + 0.028)$$

$$\Delta v = 0.078\frac{cm}{s}$$

$$\Delta n = \frac{\Delta\varphi c + \Delta\varphi g}{\varphi c - \varphi g} + \frac{2\Delta D}{D} + \frac{\Delta v}{v}$$

$$\Delta n = \frac{\left(0.05\frac{g}{cm^3} + 0.796\frac{g}{cm^3}\right)}{\left(4.82\frac{g}{cm^3} - 1.25\frac{g}{cm^3}\right)} + \frac{2(0.05)}{0.575\ cm^3} + \frac{0.078\frac{cm}{s}}{5.45\frac{cm}{s}}$$

$$\Delta n = \frac{0.846\frac{g}{cm^3}}{\left(3.57\frac{g}{cm^3}\right)} + \frac{0.1\ cm^3}{0.57\ cm^3} + \frac{0.078\frac{cm}{s}}{5.45\frac{cm}{s}}$$

$$\Delta n = 0.236\frac{g}{cm^3} + 0.173 + 0.014\frac{cm}{s}$$

$$\Delta n = 0.423\ poise$$

$n \pm \Delta n$

20.48 poise $\pm$ 0.423 poise

Bola 5

$$\varphi = \frac{6m}{\pi * D^3}$$

$$\varphi = \frac{6(6.85\ g)}{\pi(2.59cm^3)^3}$$

$$\varphi = \frac{41.1g}{54.58cm^3}$$

$$\varphi = 0.75\frac{g}{cm^3}$$

$$\Delta\varphi = \varphi(\frac{\Delta m}{m} + 3\,\frac{\Delta D}{D})$$

$$\Delta\varphi = \left(\frac{0.1}{6.85\ g} + \frac{3(0.05)}{2.59\ cm^3}\right)$$

$$v = \frac{\ell}{t}$$

$$v = \frac{19\ cm}{18.15\ s}$$

$$v = 1.04\,\frac{cm}{s}$$

$$\Delta\varphi = 0.0719\,\frac{g}{cm^3}$$

$$\varphi = 0.75\,\frac{g}{cm^3}\ \pm 0.0719\,\frac{g}{cm^3}$$

$$n = \frac{D^2 * g(\varphi c - \varphi g)}{18v}$$

$$n = \frac{\left(0.75\frac{g}{cm^3} - 1.25\frac{g}{cm^3}\right)\left(2.59\ cm^3\right)}{18\left(1.04\frac{cm}{s}\right)}\,(979\,\frac{cm}{s})$$

$$n = \frac{(0.5\ g)}{(18.72\,\frac{cm}{s})}\ (979\,\frac{cm}{s})$$

$$n = -0.036\ poise$$

$$\Delta v = (\frac{\Delta\ell}{\ell} + \frac{\Delta t}{t})$$

$$\Delta v = \left(\frac{1}{19} + \frac{0.1}{18.15}\right)$$

$$\Delta v = (0.05 + 5.5 * 10^{-3})$$

$$\Delta v = 0.055\,\frac{cm}{s}$$

$$\Delta n = \frac{\Delta\varphi c +\ \Delta\varphi g}{\varphi c -\ \varphi g} + \frac{2\Delta D}{D} + \frac{\Delta v}{v}$$

$$\Delta n = \frac{\left(0.05\,\frac{g}{cm^3} + 0.0719\,\frac{g}{cm^3}\right)}{\left(0.75\,\frac{g}{cm^3} - 1.25\,\frac{g}{cm^3}\right)} + \frac{2(0.05)}{2.59\ cm^3} + \frac{0.055\,\frac{cm}{s}}{1.04\,\frac{cm}{s}}$$

$$\Delta n = \frac{0.121\,\frac{g}{cm^3}}{\left(-0.5\,\frac{g}{cm^3}\right)} + \frac{0.1\ cm^3}{2.59\ cm^3} + \frac{0.055\,\frac{cm}{s}}{1.04\,\frac{cm}{s}}$$

$$\Delta n = -0.242\frac{g}{cm^3} + 0.038 + 0.052\frac{cm}{s}$$

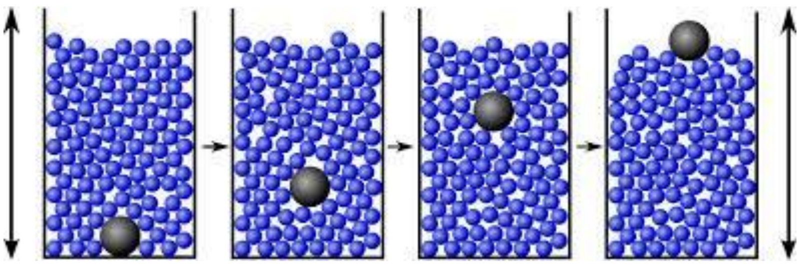
$$\Delta n = -0.152\,poise$$

$$n\ \pm\ \Delta n$$

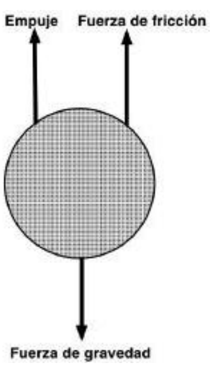
$$-0.036 \text{ poise } \pm -0.152 \text{ poise}$$

ANÁLISIS

La viscosidad es la fricción existente entre las moléculas del fluido esta depende de las condiciones en las que se encuentre (temperatura). Mientras más sea la viscosidad de un líquido mayor será el esfuerzo necesario para deslizar las capas de líquido (Buffa, 2003).



En la práctica se observó que una de las esferas subía en vez de bajar como lo hacían las demás, este fenómeno se puede explicar a partir del principio de Arquímedes: ´Cuando un objeto se sumerge en un fluido, experimenta una fuerza ascendente, y una fuerza igual al peso del fluido desplazado´´ (Guzmán) por lo tanto en esta esfera la fuerza del peso o de gravedad (m*g) es menor que la fuerza de empuje, es decir, que la esfera presenta menor densidad (que la glicerina) por lo cual no hay equilibrio lo que permite que esta ascienda.



Para el caso de las otras esferas, las cuales descendían, se debe a que la fuerza de empuje es menor a la fuerza que ejerce la densidad de las esferas (es decir su fuerza de gravedad) haciendo que estas vayan al fondo.

La variación en cuanto a la velocidad en las esferas, se debe al material por el que están hechas (en las que se tienden diferentes mediciones pesos).

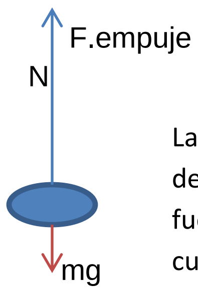
En la práctica se evidenció que mientras exista variación en cuanto a la masa habrá variación en la velocidad con la que desciende la esfera, por consiguiente afectará también la fuera de fricción, es decir, que a mayor masa mayor velocidad de descenso, por lo cual las hace directamente proporcionales, para este caso en particular.

PREGUNTAS DE ANÁLISIS:

- **¿Cuál es la explicación para que una de las esferas asciende mientras otras descienden?**
  Se debe a las fuerzas que interactúan en la esfera, las cuales son peso, fuerza de empuje y fuerza de rozamiento. Cuando la fuerza que ejerce, el peso es mayor la esfera baja al fondo y cuando la fuerza de empuje es mayor que la del peso la esfera asciende

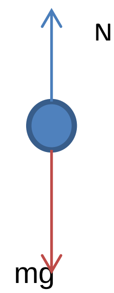
- **¿Cuál es el diagrama de cuerpo libre de una esfera, cuando su densidad es mayor al de la glicerina? ¿Cuál es el diagrama de cuerpo libre si la esfera es de menor densidad?**

Esfera con densidad mayor a la de la glicerina



La fuerza que ejerce el peso de la esfera es menor a la fuerza de empuje, por lo cual la esfera sube.

Esfera con densidad menor a la glicerina



La fuerza que ejerce el peso es mayor a la fuerza ejercida por la fuerza de empuje por lo cual la esfera sube.

¿Cuál es la razón de colocar la banda superior tres centímetros por debajo de la superficie libre de la glicerina?

Se coloca tres centímetros por debajo de la superficie libre de la glicerina para que la esfera logre tener un impulso para lograr que la medición sea más precisa.

¿Debería cambiar la viscosidad de la glicerina con el radio de las esferas? Explique

$$F_r = 6\pi R\eta v.$$

La Ley de Stokes se refiere a la fuerza de fricción experimentada por objetos esféricos moviéndose en un fluido (Blair, 2010). Mediante esta ley se determina la fuerza de rozamiento, pero se observa que se tiene el radio de la esfera * por la velocidad* por la viscosidad del fluido, esto quiere decir que la viscosidad y el radio de las esferas es proporcional, lo que indica que varía la viscosidad.

¿Qué observa de la comparación entre la magnitud del error cometido al determinar la viscosidad y el valor correspondiente a la viscosidad?

La magnitud de error en la medición de viscosidad no es muy grande, por lo tanto no afecta el valor hallado de viscosidad, por lo cual da muy cercano al teórico.

CONCLUSIONES

Las fuerzas de empuje y de peso están relacionadas con la densidad del objeto, como se evidenció en la práctica donde a menor fuerza de empuje la esfera se iba al fondo, a menor fuerza de gravedad la esfera ascendía.

Bibliografía

(s.f.). Recuperado el 22 de marzo de 2014, de MECANICA Y FLUIDOS: http://www.aulavirtual-exactas.dyndns.org/claroline/backends/download.php?url=L1RQX05fNV8tX1Zpc2Nvc2ltZXRyYS5wZGY%3D&cidReset=true&cidReq=GUNIFDF

(2010). En E. Blair, *Manual de riesgos y avenamiento* (pág. 362). Costa Rica.

(2003). En W. Buffa, *Física* (págs. 333-335). México: Pearson.

(2006). En A. García, *Hidráulica: prácticas de laboratorio* (pág. 17). Valencia: Universidad Politecnica de Valencia.

Guzmán, H. M. (s.f.). *Mecánica de fluidos*. Recuperado el 22 de marzo de 2014, de http://biblioteca.pucp.edu.pe/docs/elibros_pucp/medina_hugo/Medina_Fisica2_Cap4.pdf

- Imágenes: https://www.google.com.co/search?q=viscosidad&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=GEIuU-aePMvqkQfRrIDwBA&ved=0CDIQsAQ&biw=1024&bih=643#q=esferas+en+un+liquido+viscoso+viscosidad&tbm=isch&facrc=_&imgdii=_&imgrc=ZIIhrStSZW4KEM%253A%3ByuGAYGJJ8cPYCM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.scielo.org.mx%252Fimg%252Frevistas%252Feq%252Fv24n1%252Fa10f1.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.scielo.org.mx%252Fscielo.php%253Fpid%253DS0187-893X2013000100010%2526script%253Dsci_arttext%3B353%3B252