خواص السوائل

تجربة رقم (3)

ايجاد كثافة السوائل Determination of liquid Density

الغاية من التجربة: ايجاد الكثافة المطلقة والنسبية للسوائل

النظرية: تعرف الكثافة(ρ) او (d) بانها الكتلة بالكيلوغرام للمتر المكعب الواحد او بالغرام للسنتيمتر المكعب الواحد (كتلة وحدة الحجوم). من الممكن تعيين كثافة السائل اما بواسطة وزن حجم معلوم من السائل في قنينة الكثافة او البيكنوميتر، اما الكثافة النسبية لسائل او محلول في درجة حرارة معينة فهي عبارة عن كثافة السائل نسبة الى سائل قياسي كالماء وهي مقدار خالي من الوحدات، حيث يمكن حساب الكثافة المطلقة من القانون:

$$d^0 = \frac{w}{V} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

وتمثل w كتلة السائل و V حجمه. اما الكثافة النسبية للسائل فتمثل النسبة بين الكثافة المطلقة للسائل بالنسبة للكثافة المطلقة للسائل المرجع و عادة ما يكون الماء هو السائل المرجع

$$d_r = \frac{d_2^0}{d_1^0} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

و الوسيلة المستعملة لقياس الكثافة تسمى بقنينة الكثافة او البكنوميتر Pycnometer و هي قنينة زجاجية ذات حجم مضبوط عند درجة حرارة معينة، تحتوي على مقطع شعري يسمح بعزل كتلة معينة من السائل عند درجة الحرارة المعينة من خلال السماح للكمية الفائضة من السائل بالنضوح من خلال المقطع الشعري .

قنينة الكثافة Density bottle او البيكنوميتر Pycnometer

نلاحظ مما سبق ان الحجم المعين للبيكنوميتر او قنينة الكثافة يكون عند درجة حرارة معينة و يعود ذلك الى تأثر كثافة السائل بشدة بتغير درجة الحرارة حيث انه عند درجات الحرارة الاخرى غير المؤشرة على قنينة الكثافة فان الحجم الذي تعزله لا يكون هو نفس الحجم المذكور على هذه القنينة، حيث تنخفض كثافة السوائل بصورة عامة بزيادة درجة الحرارة بسب زيادة الطاقة الحركية لجزيئات المادة مما يعمل على زيادة المسافات الفاصلة بينها و بالتالي زيادة الحجم الذي تشغله و

من مراجعة العلاقة (1) نجد ان كثافة السائل تتناسب عكسيا مع الحجم و بالتالي تقل كثافة السوائل بصورة عامة بزيادة درجة الحرارة.

من السوائل التي تشذ عن هذه القاعدة الماء كما مبين في الجدول حيث نجد ان كثافة الثلج (الاقل درجة حرارة) اقل من درجة حرارة الماء لذلك يطفو الثلج فوق الماء كما ان كثافة الماء تزداد بزيادة درجة الحرارة في المدى الحراري بين (0-5°c).

Density of liquid water from 0 °C to 100 °C www.vaxasoftware.com

External pressure: 1 atm = 101 325 Pa

Temperature °C	Density kg/m³	Temperature °C	Density kg/m³	Temperature °C	Density kg/m³
0 (ice)	917.00	33	994.76	67	979.34
0	999.82	34	994.43	68	978.78
1	999.89	35	994.08	69	978.21
2	999.94	36	993.73	70	977.63
3	999.98	37	993.37	71	977.05
4	1000.00	38	993.00	72	976.47
5	1000.00	39	992.63	73	975.88
6	999.99	40	992.25	74	975.28
7	999.96	41	991.86	75	974.68
8	999.91	42	991.46	76	974.08
9	999.85	43	991.05	77	973.46
10	999.77	44	990.64	78	972.85
11	999.68	45	990.22	79	972.23
12	999.58	46	989.80	80	971.60
13	999.46	47	989.36	81	970.97
14	999.33	48	988.92	82	970.33
15	999.19	49	988.47	83	969.69
16	999.03	50	988.02	84	969.04
17	998.86	51	987.56	85	968.39
18	998.68	52	987.09	86	967.73
19	998.49	53	986.62	87	967.07
20	998.29	54	986.14	88	966.41
21	998.08	55	985.65	89	965.74
22	997.86	56	985.16	90	965.06
23	997.62	57	984.66	91	964.38
24	997.38	58	984.16	92	963.70
25	997.13	59	983.64	93	963.01
26	996.86	60	983.13	94	962.31
27	996.59	61	982.60	95	961.62
28	996.31	62	982.07	96	960.91
29	996.02	63	981.54	97	960.20
30	995.71	64	981.00	98	959.49
31	995.41	65	980.45	99	958.78
32	995.09	66	979.90	100	958.05

www.vaxasoftware.com

يعود سبب هذه الظاهرة الى ان جزيئات الماء في الحالة الصلبة (الثلج) تكون مترابطة مع بعضها من خلال التأصر الهيدروجيني بصورة شبكة بلورية من الاشكال رباعية السطوح و التي تشغل حجم كبير نسبيا، و عند زيادة درجة الحرارة تزداد الطاقة الحركية لجزيئات الماء مما يسهل كسر هذه التأصرات الهيدروجينية بصورة اكبر من مساهمتها في تمدده مما يؤدي الى تقلص حجم السائل و بالتالي زيادة كثافته. اما بعد درجة الحرارة $C5^0$ فان مساهمة التمدد تكون اكبر من مساهمة تكسير الاواصر الهيدروجينية لذلك يعاود الماء سلوكه الطبيعي فتنخفض كثافته بزيادة درجة الحرارة.

عند حساب الكثافة النسبية لسائل معين بالنسبة لسائل مرجع عند نفس درجة الحرارة و بنفس قنينة الكثافة لا يشترط معرفة حجم القنينة لحساب الكثافة النسبية حيث انه من العلاقات (1) و (2) نجد:

$$d_r = \frac{d_2^0}{d_1^0} = \frac{\frac{w_2}{V_2}}{\frac{w_1}{V_1}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

و حيث ان $V_2 = V_1$ بسبب استعمال نفس القنينة نحصل على القانون

$$d_r = \frac{w_2}{w_1} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

تستعمل العلاقة اعلاه لحساب الكثافة النسبية للسائل المجهول من قياس الاوزان مباشرة و من معرفة الكثافة المطلقة للسائل المرجع و باستخدام العلاقة (1) يمكن حساب الكثافة المطلقة للسائل المجهول.

المواد المستخدمة:

1- ماء مقطر نقي. 2- ايثانول .3- اسيتون.

الاجهزة المستخدمة:

1- حمام مائي .2- قنينة كثافة .3- مجفف هواء حار (يمكن استعمال مجفف الشعر).

طريقة العمل:

1- اغسل قنينة الكثافة بمحلول الغسيل ثم بالماء المقطر وجفف باستعمال الاسيتون ثم الهواء الحار.

2- زن القنينة النظيفة والجافة مع الغطاء ثم سجل الوزن.

3- املاء القنينة بالماء المقطر بصورة تامة ثم ضعها في الحمام المائي لمدة ربع ساعة بدون اغلاقها (تجنب غمر القنينة بالكامل).

4- بعد اكتمال الفترة الزمنية اخرج القنينة من الحمام المائي تأكد من عدم وجود فقاعات في الداخل ثم اغلقها بالسداد مع السماح للسائل الفائض بالنضوح للخارج.

5- جففها من الخارج تماما ثم سجل الوزن.

6- تفرغ القنينة من الماء وتجفف ثم تملأ بالإيثانول و تعاد العملية مرة اخرى .

النتائج:

1- وزن قنينة الكثافة مع الغطاء (w^0):.....

2- درجة حرارة التجربة.....:

3- وزن القنينة مملوءة بالماء (w'):.....

4- وزن القنينة مملؤة بالايثانول ($w\backslash\backslash$):.....

5- حجم القنينة V:.....

الحسابات:

الكثافة المطلقة للماء

$$d_1^0 = \frac{w_1}{V} = \frac{w\backslash - w^0}{V} =$$

الكثافة المطلقة للإيثانول

$$d_2^0 = \frac{w_2}{V} = \frac{w\backslash\backslash - w^0}{V} =$$

الكثافة النسبية للإيثانول

$$d_r = \frac{w_2}{w_1} =$$

الكثافة المطلقة للإيثانول من كثافته النسبية

$$d_2^0 = d_1^0 * d_r =$$

المناقشة:

س1: ما تأثير درجة الحرارة على الكثافة؟

س2: ما سبب وجود المقطع الشعري في غطاء قنينة الكثافة؟

س3: لماذا يجب التأكد من عدم وجود فقاعات اثناء العمل؟