

ОПИТНО ОПРЕДЕЛЯНЕ НА $\Delta G^\#$, $\Delta H^\#$ И $\Delta S^\#$ НА ВИСКОЗНОТО ТЕЧЕНИЕ НА ГЛИЦЕРИН ЧРЕЗ ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТЕМПЕРАТУРНАТА ЗАВИСИМОСТ НА ВИСКОЗИТЕТА

Динамичният вискозитет η е коефициент на вътрешно триене между слоевете на една течаща течност. Според молекулната теория на Ейринг за вискозното триене, кинематичният вискозитет $\nu = \eta / \rho$, където ρ е плътността на течността, зависи от температурата по следното уравнение

$$\nu = (hN_A / M) e^{\Delta G^\# / RT} \quad (1)$$

Тук $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J·s е константата на Планк, $N_A = 6.023 \times 10^{23}$ е числото на Авогадро, M е молекулна маса на течността, $\Delta G^\#$ е активираща енергията на Гибс, $R = 8.314$ J/mol·K е универсалната газова константа и T е абсолютна температурата.

а) Уравнение (1) дава възможност да се изчисли $\Delta G^\#$ от измерената стойност на кинематичния вискозитет ν при зададена температура.

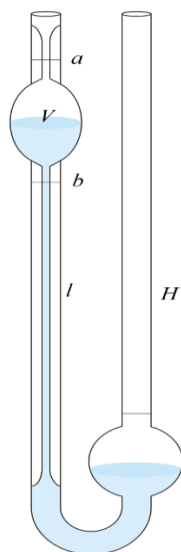
б) Активиращата енталпия $\Delta H^\#$ на течене може да се определи графично от наклона на температурната зависимост на кинематичния вискозитет

$$\frac{d \ln(\nu)}{d(1/T)} = \Delta H^\# / R \quad (2)$$

като се измери вискозитетът при няколко различни температури.

в) Активиращата ентропия $\Delta S^\#$ се изчислява за всяка температура от $\Delta G^\#$ и $\Delta H^\#$ по термодинамичното уравнение $\Delta G^\# = \Delta H^\# - T\Delta S^\#$.

За определяне на кинематичния вискозитет ν на глицерин се използва вискозиметър на Оствалд показан на Фиг. 1, при който се отчита времето t за изтичане на определен обем V от течността през капиляра с радиус r .



Фиг. 1 Вискозиметър на Оствалд

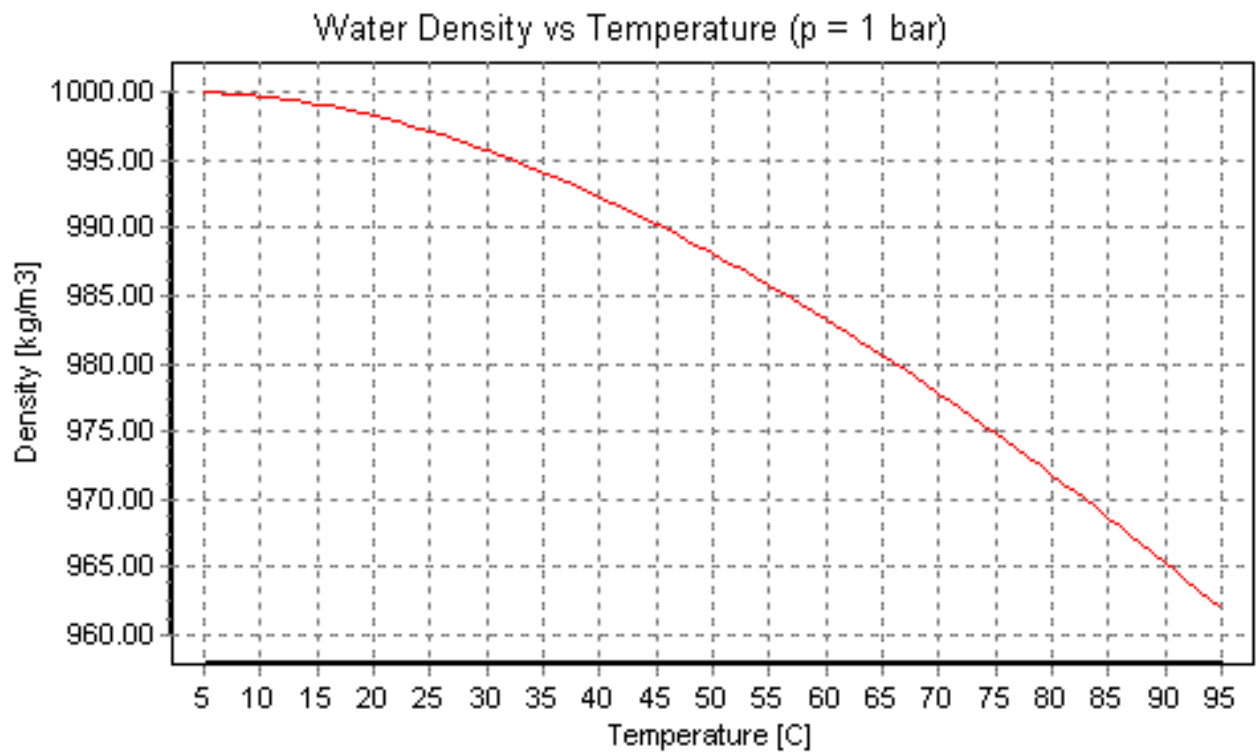
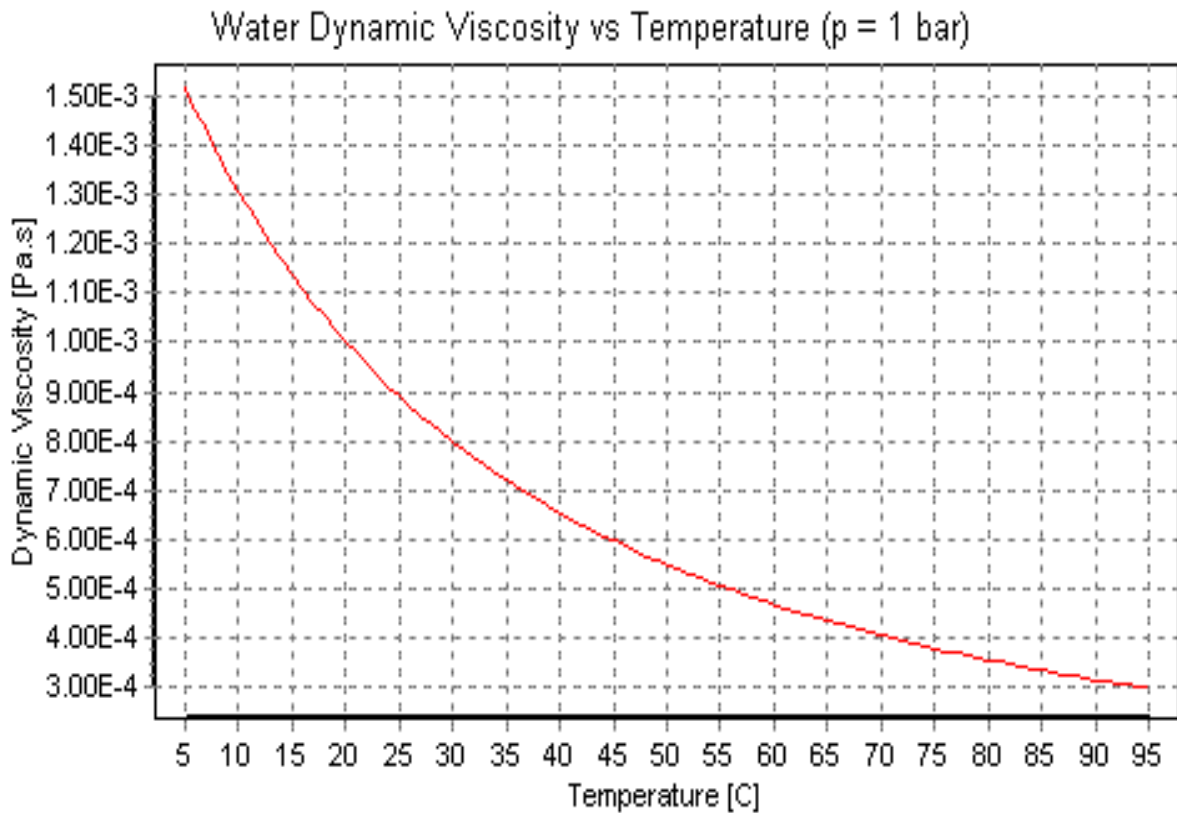
Този процес се описва приблизително с уравнението

$$v = At \quad (3)$$

Константата $A = \pi r^4 g H / 8 l V$ характеризира конкретния вискозиметър, където l и r са дължината и радиуса на капиллярата, V е обема на малкия резервоар, H е разстоянието между нивата на течността в двата резервоара. За определяне вискозитета v на дадена течност трябва да се знае стойността на константата A . Тя може да се определи от времето за изтичане t_0 през вискозиметъра на течност с известен кинематичен вискозитет $v_0 = \eta_0 / \rho_0$ по формулата

$$A = v_0 / t_0 \quad (4)$$

Като калибриращата течност в упражнението се използва дестилирана вода, чиито стойности на динамичния вискозитет η_0 и плътността ρ_0 при различни температури са дадени на Фиг. 2. След отчитане на времето t_0 необходимо за изтичане на водата, A се изчислява от уравнение (4). После вискозитетът на глицерина се изчислява по уравнение (3) с познатата вече константа A .



Фиг. 2 Динамичен вискозитет и плътност на водата при различни температури

ЗАДАЧИ:

1. Да се определи вискозитетът на глицеринов разтвор чрез зависимостта (3) (концентрацията на разтвора и температурите се посочват от асистента).
2. Да се изчислят величините $\Delta G^\#$, $\Delta H^\#$ и $\Delta S^\#$ за тези температури.

НЕОБХОДИМИ МАТЕРИАЛИ:

Вискозиметър на Оствалд, термостат с приставка за термостатиране на вискозиметъра, водна помпа, секундомер, дестилирана вода за калибриращ разтвор, глицеринов разтвор, чаша от 500 ml за дестилирана вода, помпичка.

НАЧИН НА РАБОТА:

1. Вискозиметърът се измива като се пълни с дестилирана вода и се свързва с водната помпа. Тя се пуска до пълното изсмукване на водата, след което миенето се повтаря. Този начин на миене се прилага **задължително преди започване на работата след всеки глицеринов разтвор.**

2. Измерва се времето t_0 на изтичане на дестилирана вода при стайна температура. Правят се три измервания, след което получените резултати се осредняват.

а) вискозиметърът се пълни с 10 ml разтвор със съответната пипета (или цилиндър), която преди и след това се изплаква чрез няколкократно засмукване на дестилирана вода. Нивото в тясната тръба се изсмуква с помпичката до горния белег **а**, изпуска се и вискозиметъра се оставя да се темперира 10 минути при стайна температура.

б) чрез засмукване с помпичката нивото на водата се докарва до 2-3 см над белега **а**. **Да се всмуква бавно, без оформяне на струйка, за да не се образуват мехурчета над белега а.** Оставя се течността да тече, като при преминаването и на горното ниво през белега **а** се пуска секундомера и се засича времето на изтичане на водата от **а** до **в**.

3. По същия начин се работи и с глицериновия разтвор. Измерват времената t на изтичането на обема (от **а** до **в**) през капиллярата при три различни температури в интервала от 15 до 35°C, **указани от асистента**. При достигане на желаната температура в темпериращия съд да се изчаква не по-малко от 10 минути за пълното термостатиране.

ОБРАБОТКА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИТЕ ДАННИ:

1. Изчислява се константата A по уравнение (4) за калибриращия разтвор.
2. Изчислява се кинематичния вискозитет ν на глицериновия разтвор за всички работни температури по уравнение (3).
3. С получените стойности по уравнение (1) се пресмятат стойностите на $\Delta G^\#$ за всяка температура. Молекулната маса на глицерина е $M = 92.09 \text{ g/mol}$.
4. Построява се графично зависимостта $\ln(\nu)$ от $1/T$ и от правата линия се определя $\Delta H^\#$ по уравнение (2), което е постоянно за дадения температурен интервал.
5. $\Delta S^\#$ се изчислява по термодинамичното уравнение за всяка температура.

При изчисленията всички мерни единици на величините следва да бъдат в системата SI. Всички резултати както експериментално получените, така и изчислените, се представят в Таблицата:

T [K]	t [s]	ν [m ² /s]	$\ln(\nu)$	$1/T$ [K ⁻¹]	$\Delta G^\#$ [J/mol]	$\Delta H^\#$ [J/mol]	$\Delta S^\#$ [J/mol·K]