س/ ما هي العلاقات الرياضية للعمليات الاديباتيكية؟

$T_1 = (V_2/V_1)^{\gamma-1} . T_2$ -------1

$T_2 = (V_1/V_2)^{\gamma-1} . T_1$ -----2

$P_1 = (V_2/V_1)^{\gamma} . P2$ -------3

$P_2 = (V_1/V_2)^{\gamma} . P1$ ------4

$W = nCv(T_2-T_1)$ حساب الشغل من القانون

ولحساب الشغل الاقصى في التمدد الاديباتي العكسي للغاز المثالي بدلالة درجة الحرارة الاولية والضغط أو الحجم الاولي والنهائي والسعة الحرارية يتم الاعتماد على المعادلات 5 و6

$$w = C_V T_1[1- (P_2/P_1)^{\gamma-1/\gamma}] \text{ -------5}$$

$$w = C_V T_1[1- (V1/V2)^{\gamma-1}] \text{ -------6}$$

$C_P - C_v = R$

$Cv = 3/2R$ للغازالمثالي أحادي الذرة

$C_P = 5/2R$ للغاز المثالي أحادي الذرة

$Cv = 5/2R$ للغاز المثالي ثنائي الذرة

$C_P = 7/2R$ للغاز المثالي ثنائي الذرة

$\gamma = C_p / C_v$ تدعى نسبة الحرارة النوعية(بدون وحدات)

$C_p - C_v = R$

س/ احســـب الضـــغط النهائي لعينة من بخار الماء تمددت عكســـيا وأديباتيا من 87.3 تور و $500cm^3$ الى حجم نهائي $3.0\ dm^3$ اذا علمت أن قيمة γ تساوي 1.3

الجواب/

$$P_2V_2^{\gamma} = P_1V_1^{\gamma}$$

$$P_2 = P_1(V_1/V_2)^{\gamma}$$

$$P_2 = 87.3\ Torr\ .\ (500x10^{-3}\ dm^3/3.0\ dm^3)^{1.3}$$

$$P_2 = 8.5\ Torr$$

س// احسب قيم q و w و ΔU و ΔH ل 2.25 مول من غاز مثالي خضع لتمدد أديباتيكي عكسي من حجم ابتدائي $5.50\ m^3$ الى حجم نهائي $25.0\ m^3$ ودرجة الحرارة الابتدائية 275 كلفن بافتراض $C_V = 3/2R$

ج///

بما أن العملية أديباتيكية أذن q=0

$$Cp - Cv = R$$

$$Cp - 3/2R = R$$

$$Cp = 5/2R$$

Cp= 3/2R +2R/2=5/2R

$$\gamma = Cp/Cv = 5/3$$

γ = Cp/Cv

= 5/2R x 2/3R= 5/3

$$T_2 = (V_1/V_2)^{\gamma - 1}$$

$$T2 = (5.50\ m^3/25\ m^3)^{1.66-1} \times 275\ K$$

$$= (0.22)^{0.66} \times 275\ K = 0.368 \times 275K$$

$$=101.2\ K$$

$$\Delta U = W = nCv\ \Delta T$$

= 2.25mol x [(3x8.314 J/mol.K)/2]x (101.2K -275K)

= - 4876.78J

$\Delta H = \Delta U + nR\Delta T$

ΔH = - 4876.78J + [2.25 mol x 8.314J/mol.K]x (101.2 -275K)

ΔH = -4876.78J+(-3251.18J) = **-8127.96J**

مقارنة العمليات الايزوثيرمية والعمليات الاديباتيكية

	العمليات الايزوثيرمية	العمليات الاديباتيكية
1	تتم في نظام غير معزول حراريا.	تتم في نظام معزول حراريا عن المحيط الخارجي.
2	النظام يتبادل الطاقة مع المحيط الخارجي ($q \neq 0$)	بسبب عزل النظام حراريا فأنه لايتبادل الطاقة مع المحيط الخارجي ($q=0$)
3	$\Delta T \leftarrow T2 = T1 = 0$	$\Delta T \leftarrow T2 \neq T1 \neq 0$
4	ΔU و $\Delta H = 0$	ΔU و $\Delta H \neq 0$

س1/ يتمدد مول واحد من غاز مثالي تحت ضغط (1atm)ودرجة حرارة (300K) بعملية أديباتيكية عكسية الى أن يصبح حجم الغاز مساوي الى (49.2L)فأذا علمت أن قيمة السعة الحرارية

$Cv = 12.54\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

احسب $P_2, T_2, q, \Delta U, W$

n=1

P_1= 1atm , T_1= 300K, V_2 = 49.2L

$P_2 = (V_1/V_2)^{\gamma}.P_1$

1- حساب الحجم الابتدائي (V1)

$P_1V_1 = nRT_1 \rightarrow$ **$V_1 = nRT_1/P_1$**

V_1= 1mol * (0.082 atm.L/mol.K)* (300K)/ 1atm

V_1 = 24.6L

2- حساب نسبة الحرارة النوعية (γ)

$\gamma = Cp/Cv$

$\because Cp = Cv+R$

$Cp = 12.54\ J.mol^{-1}.K^{-1} + 8.314\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

$Cp = 20.85\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

$\gamma = Cp/Cv = 20.85\ J.mol^{-1}.K^{-1}/12.54\ J.mol^{-1}.K^{-1} =$
$\gamma = 1.66$

3- حساب الضغط النهائي P_2

$P_2 = (V_1/V_2)^{\gamma}.\ P_1 \rightarrow (24.6L/49.2L)^{1.66} * 1atm$

$= 0.316$ atm

4- حساب درجة الحرارة النهائية T_2

$T_2 = (V_1/V_2)^{\gamma-1}.T_1$

$T_2 = (24.6L/49.2L)^{1.66-1}.300K$

T2= 189.6K

5- حساب الحرارة q

بما أن عملية التمدد أديباتيكية أي يكون النظام معزول حراريا لا يمتص و لا يبعث طاقة لذلك فأن $q= 0$

6- حساب ΔU

$\Delta U= q+w$

$q= 0 \rightarrow \Delta U= w \rightarrow nCv(T_2-T_1)$

$\Delta U= w = 1mol * 12.54\ J.mol^{-1}.K^{-1} *(189.6K- 300K)$

$= 1mol * 12.54\ J.mol^{-1}.K^{-1} * (-110.4K)$

$= -1384.41J$

مناقشة النتائج

الاشارة السالبة للشغل تعني أن الغاز أنجز شغل على المحيط أي أنه عانى تمدد

أن درجة الحرارة النهائية T_2 أدنى من درجة الحرارة الابتدائية T_1

لأن النظام معزول حراريا عن المحيط الخارجي(اديباتيكي) لا يتبادل الحرارة لذلك تقل T_2 عن T_1

بما أن T_2 أدنى من T_1 لذى فأن الطاقة الحركية لجزيئات الغاز تقل وبذلك يقل عدد اصطدامات الجزيئات مع جدران الوعاء

======+++======+++++=========+++====

س2/ مول من الغاز المثالي عند ^oC 25 وضغط واحد جو تمدد اديباتيا وعكوسيا الى ثلاثة أمثال حجمه الابتدائي فما درجة الحرارة النهائية؟ $C_v= 28\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

$V_2= 3V_1$, $n=1$, $T_1= 25+273= 298K$

$P_1= 1\ atm$, $C_v= 28\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

$T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$

$C_p = Cv + R = (28+8.31)\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

$C_p= 36.31\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

$\gamma = C_p/Cv = 36.31\ J.mol^{-1}.K^{-1}/28\ J.mol^{-1}.K^{-1} = 1.3$ ∴

$T_2= T_1(V_1/V_2)^{\gamma-1} = 298(1/3)^{0.3} \longrightarrow T_2= 214K$

=======+++++=======++++++=========+++======

س5/ تتمدد عينة مكونة من 2 مول من غاز الهيليوم عند 22 سيليزي من 22.8 dm^3 الى 31.7 dm^3 (يسلك كغاز مثالي)

أ/ بشكل عكوس ب/ مقابل ضغط خارجي ثابت يساوي الضغط النهائي للغاز

ج/ التمدد الحر (مقابل ضغط خارجي = صفر)

احسب q وw وΔH و ΔU للعمليات الثلاثة .

ج/ لجميع الحالات $\Delta U = 0$

حيث تعتمد الطاقة الداخلية للغاز المثالي فقط على درجة الحرارة.

من تعريف الانثالبي $H=U+PV$

لذلك فأن

$\Delta H = \Delta U + \Delta(PV) = \Delta U + \Delta(nRT)$ (للغاز المثالي)

$\therefore \quad \Delta H = 0$ لجميع العمليات للغاز المثالي عند ثبوت درجة الحرارة

أ/ $\Delta U = \Delta H = 0$

$W = -nRT \ln(V_f/V_i)$

$= -(2.00mol) \times (8.3145 J.K^{-1}.mol^{-1}) \times (22+273)K \times \ln (31.7dm^3/22.8dm^3)$

$= -1.62 \times 10^3 J$

$q = -w = 1.62 \times 10^3 J$

ب/ $\Delta U = \Delta H = 0$

$W = -P_{ex} \Delta V$

والضغط الخارجي في هذه الحالة يمكن حسابه من قانون الغاز المثالي

$PV = nRT$

$P = nRT/V$

$P = [(2.00mol) \times (8.3145 J.K^{-1}.mol^{-1}) \times (22+273)K] / 31.7 dm^3 \times (10 dm/m)^3$

$P = 1.55 \times 10^5 Pa$

$J = Kg.m^2/S^2$
$0.0317m^3$
$Kg.m^2/S^2 \times m^{-3} = Pa = Kg/m.S^2$
$J = Pa \cdot m^3$
$Pa = Kg/m.S^2$
$8.9\ m^3 =$ $(31.7 - 22.8)dm^3 / (10\ dm\ .m^{-1})^3$

$W = -(1.55 \times 10^5\ Pa) \times (31.7 - 22.8)dm^3 / (10\ dm\ .m^{-1})^3$

$= -1.38 \times 10^3\ J$

$q = -w = 1.38 \times 103\ J$

ج/ $\Delta U = \Delta H = 0$

$W = 0$ (free expansion)

$q = \Delta U - w = 0 = 0 - 0 = 0$

(التمدد الايزوثيرمي الحر للغاز المثالي يكون كذلك أديباتيا)

ملاحظة::

1- عند تمدد الغاز أديباتيكيا يكون

$V_2 > V_1$ and $T_2 < T_1$ (the gas cools)

2- عند انضغاط الغاز اديباتيكيا يكون

V1 > V2 and T1 < T2 (the gas heats up)

س6/ عينة من الاركون كتلتها 6.56 g تشغل $18.5\ dm^3$ عند 305K

أ/ احسب الشغل المنجز عندما يتمدد الغاز ايزوثيرميا ضد ضغط خارجي ثابت قدره 7.7kPa الى أن يزداد حجمه بمقدار $2.5dm^3$.

ب/ احسب الشغل المنجز اذا حدث نفس التمدد عكسيا.

الجواب/

أ/

$$w = -P_{ex} . \Delta V$$

$$= - (7.7X10^3\ Pa) \times (2.5\ dm^3)/(10\ dm\ m^{-1})^3 = -19\ J$$

ب/

$$w = - nRT \ln V_2/V_1$$

$$= - (6.56\ g/ 39.95\ g.mol^{-1}) \times (8.3145\ J.K^{-1}.mol^{-1}) \times 305K \times \ln [(2.5 + 18.5)dm^3/18.5dm^3]$$

$$= -52.8\ J$$

س4/ حدد قيم q و w و ΔU و ΔH فيما اذا كانت موجبة أو سالبة أو صفر في حالة التمدد الاديباتيكي العكسي للغاز المثالي

ج///

∵ العملية أديباتيكية

∴q = 0

∵ الغاز تمدد (النظام أنجز شغلا)

∴ w < 0

∵ ΔU= q+w

تمدد الغاز يؤدي الى نقصان

الطاقة الداخلية(اشارة سالبة) وانخفاض درجة الحرارة

∴ ΔU< 0 و ΔT< 0

ΔH = ΔU+nR ΔT < 0

س5/ تمدد غاز مثالي في الفراغ أديباتيكيا. حدد اذا كان حدد قيم q و w و ΔU و ΔH فيما اذا كانت موجبة أو سالبة أو صفر

ج///

∵ العملية أديباتيكية

∴q = 0

∵ الضغط الخارجي يساوي صفر

∴w = 0

∵ ΔU= q + w

$\therefore \Delta U = 0 + 0 = 0$

$\Delta U = 0 \ , \ \Delta T = 0$

$\therefore \Delta H = \Delta U + nR \ \Delta T = 0$

س6/ تمدد غاز مثالي عكسيا وايزوثيرميا. حدد اذا كان حدد قيم q و w و ΔU و ΔH فيما اذا كانت موجبة أو سالبة أو صفر

ج///

$\Delta U = \Delta H = 0 \ , \ \Delta T = 0$

$\because \Delta V > 0$

$w < 0$ (النظام ينجز شغلا على المحيط)

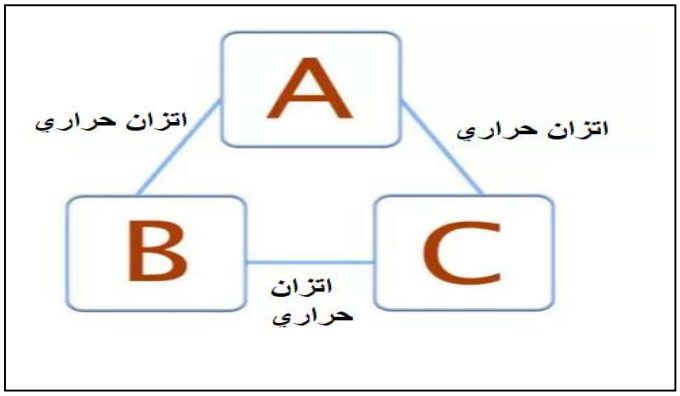
$\because \ \Delta U = q - w$

$\therefore \ q > 0$

القانون الصفري للديناميك الحراري

ينص القانون الصـــفر للديناميك الحراري " اذا كان النظام في حالة توازن حراري مع المحيط أو مع نظام أخر فأن مقدار الطاقة الحرارية المنتقلة من والى النظام تساوي صفر"

مثال// اذا كان لدينا ثلاثةأجسام A و B و C وكان A متزن حراريا مع B و B متزن حراريا مع C فأن C يكون متزن حراريا مع A (مقدار الطاقة المنتقلة بينها تســـاوي صـــفر ولها نفس الدرجة الحرارية) والشكل التالي يوضح حالة الاتزان بين الاجسام الثلاثة



من التطبيقات المهمة والعملية لهذا القانون هو اســـتخدام المحرارالزئبقي لقياس درجة الحرارة.