- الشغل المنجز نتيجة تمدد وانضغاط غاز عند درجة حرارة ثابتة وبعملية عكسية (عملية عكسية ايزوثيرمية) :

أ- عملية التمدد :

$w = -PdV$------1

من المعادلة العامة للغازات نحسب الضغط كالاتي:

$P = nRT / V$ ------2

بتعويض معادلة 2 في المعادلة 1

$w = - (nRT / V) * dV$

$w = - nRT* dV/V$ ------3

وبأجراء التكامل الى المعادلة 3

$w = -nRT \int_{V1}^{V2} dV/V$

$w = -nRT * \ln V2/V1$ -------- 4
$w = -2.303nRT * \log V2/V1$ -------- 5

تستخدم المعادلتان 4 و 5 لحساب الشغل المنجز في عملية تمدد ايزوثيرمية بدلالة التغير في الحجم. في المعادلتان 4 و5 عندما تكون قيمة V2 أكبر من V1 سيكون الى اللوغاريتم قيمة موجبة وبالنتيجة سيكون $w<0$ (الشغل المنجز سالب القيمة) والنظام سينجز شغلا على المحيط ويحدث تناقص في الطاقة الداخلية للنظام. ويمكن حساب الشغل من المعادلات أعلاه 4 و 5 بدلالة الضغط حيث من قانون بويل

$P_1*V_1 = P_2*V_2$

$V_2/V_1 = P_1/P_2$ ------6

بتعويض معادلة 6 في معادلة 4 نحصل على

$w = -nRT * \ln P1/P2$ -------- 7

w = -2.303nRT *log P1/P2 -------- 8

تستخدم المعادلتان 7 و8 لحساب الشغل المنجز في عملية تمدد ايزوثيرمية بدلالة التغير في الضغط. وفقا للمعادلتان 7 و 8 عندما يكون P2 أصغر من P1 ستكون قيمة اللوغاريتم موجبة وحينئذ ستكون قيمة الشغل المنجز سالبة.

ب- عملية انضغاط ايزوثيرمي :

يمكن حساب شغل الانضغاط بنفس الطريقة أعلاه ويكون له نفس القيمة ولكن عكس الإشارة أي موجبة ولتوضيح سبب تغير الإشارة نكتب الاشتقاق بالتفصيل

w = -PdV------1

من المعادلة العامة للغازات نحسب الضغط كالاتي:

P = nRT / V ------2

بتعويض معادلة 2 في المعادلة 1

w = -(nRT / V) * dV

w = - nRT* dV/V ------3

وعند انضغاط الغاز من V2 الى V1 يمكن حساب الشغل المنجز من قبل المحيط من تكامل المعادلة 3

$$w = -nRT \int_{V2}^{V1} dV/V$$

w = -nRT *ln V1/V2 -------- 4
w = -2.303nRT *log V1/V2 -------- 5

تستخدم المعادلتان 4 و 5 لحساب الشغل المنجز في عملية انضغاط ايزوثيرمية بدلالة التغير في الحجم. في المعادلتان 4 و5 عندما تكون قيمة V2 أكبر منV1 سيكون الى اللوغاريتم قيمة سالبة وبالنتيجة سيكون w>0 (الشغل المنجز موجب القيمة) والمحيط سينجز شغلا على النظام ويحدث تزايد في الطاقة الداخلية للنظام ويمكن حساب الشغل من المعادلات أعلاه 4 و 5 بدلالة الضغط حيث من قانون بويل

P1*V1 = P2*V2

$V2/V1 = P1/P2$

$V1/V2 = P2/P1$-----6

بتعويض معادلة 6 في معادلة 4 نحصل على

$w = -nRT * \ln P2/P1$ -------- 7
$w = -2.303nRT * \log P2/P1$ -------- 8

تستخدم المعادلتان 7 و8 لحساب الشغل المنجز في عملية انضغاط ايزوثيرمية بدلالة التغير في الضغط. عندما يكون P2 أصغر من P1 ستكون قيمة اللوغاريتم سالبة وبالنتيجة سيكون الشغل المنجز موجبا.

س/ احسب الشغل المنجز بوحدات (لتر.جو) و (جول) و (سعرة) نتيجة تمدد مول واحد من الغاز بعملية عكسية ثابتة درجة الحرارة (27سيليزية) ومن ضغط ابتدائي مقداره 10 جو الى ضغط نهائي مقداره 1 جو.

الجواب ///

$w = -nRT * \ln P1/P2$

1- L.atm

$W= - 1mol* 0.082 L.atm.K^{-1}.mol^{-1} *300K*\ln 10atm/1atm$

$W= -56.68$ L.atm

2- Joule

لتحويل وحدات الشغل الى جول نضرب قيمة الشغل المحسوب في فقرة 1 بالمقدار 101.325 **(1 لتر.جو = 101.325 جول)**

$W= -56.68 * 101.325$

$W= -5743.101J$

3- Calorie

يتم تقسيم قيمة الشغل بوحدات الجول على 4.184 جول

W = -5743.101/4.184= -1372.63 Calorie

***/// ملاحظة يمكن حل السؤال باستخدام نفس المعادلة أعلاه عن طريق تعويض قيمة ثابت الغازات مرة بوحدات لتر.جو ومرة بوحدات الجول ومرة أخرى بوحدات السعرة(الكالوري).

س2/ يتمدد غاز عند درجة 25 سيليزية وضغط 2 جو من حجم 15 لتر الى 25 لتر. احسب الشغل بوحدات لتر.جو ومن ثم بوحدات الجول مع بيان دلالة إشارة قيمة الشغل المنجز.

الجواب///

$w = -P\Delta V \rightarrow \quad w = -P(V2-V1)$

$w = -2\ atm(25L-15L)= -20L.atm$

حساب الشغل بوحدات الجول

العلاقة بين وحدات لتر.جو ووحدة الجول **1 L * atm = 101.32500 J**

$\therefore w = -P\Delta V$

$w = -20L.atm \times 101.325J/L.atm = -2026.5J$

الإشارة السالبة لقيمة الشغل تشير الى ان النظام أنجز شغلا على المحيط.

س2/ احسب الشغل بوحدات الجول عندما يتجمد 2مل من الماء عند الصفر السيليزي وضغط 1 جو ليصبح حجمه 2.2 مل.

الجواب////

$\Delta V = V2-V1 \rightarrow \quad \Delta V = 2.2mL - 2mL$

$\Delta V = 0.2\ mL * 1L/1000mL$

$\Delta V= 2x10^{-4}\ L$

$\therefore w = -P\Delta V = -1atm \times 2x10^{-4}\ L \times (101.325J/L.atm) = -0.020J$

س3// برد غاز عند ضغط ثابت يبلغ $4X10^5$ باسكال فتناقص حجمه من 1.6 متر مكعب الى 1.2 متر مكعب. ما الشغل المنجز بواسطة الغاز.

$$\Delta W = P * \Delta V = 4*10^5 Pa *(1.2\text{-}1.6\ m^3)$$

$$\Delta W = 4X10^5\ Pa *(-0.4\ \ m^3) = -160000\ J$$

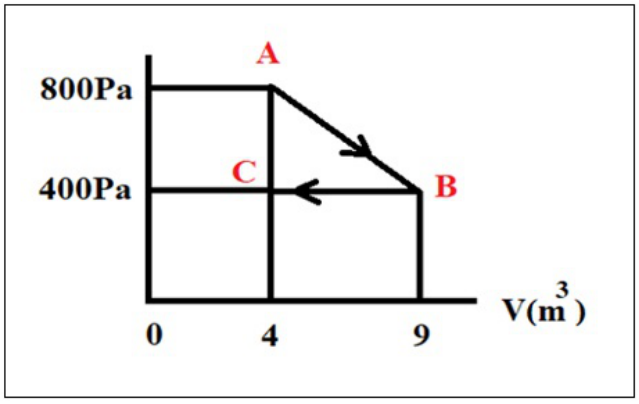
$$\frac{1N}{m^2} \times m^3 = 1J$$

س2/ 2 مول من غاز مثالي عند درجة حرارة 20 مئوية تمددت بعملية عكسية حتى اصبح ضغطها نصف الضغط الابتدائي. ما مقدار الشغل الذي ينجزه الغاز؟

$$w = -nRT *\ln P_1/P_2$$

$$W = -\ 2mol * (8.314\ J/mol.k)*293\ K * \ln 2 = -3377J$$

س/ في العملية الدورية المبينة في الشكل التالي احسب : (1) الشغل المنجز بواسطة الغاز (2) الشغل المنجز على الغاز



1- الشغل المنجز بواسطة الغاز يكون خلال المسار AB (عملية تمدد الغاز)

$$w = -P\Delta V \rightarrow \quad w = -P(V2\text{-}V1)$$

$$w = -\ 800\ Pa(9m^3 - 3m^3) = -3600J$$

- الشغل المنجز على الغاز يكون خلال المسار CB (عملية انضغاط الغاز)

$w = P\Delta V \rightarrow \quad w = -P(V_2-V_1)$

$w = 400\ Pa(4m^3-9m^3)= -2000J$

(يراجع ص9 محاضرة رقم 3)

تحديد نوع الشغل من تفاعلات الغازات

يمكن تحديد نوع الشغل المنجز من معرفة عدد المولات للغازات المتفاعلة والناتجة حيث أن مقدار الشغل المنجز من تفاعلات الغازات يساوي $W= \Delta n_{(g)}RT$

وأن $\Delta n_{(g)}$تمثل مقدار الفرق بين عدد مولات الغازات الناتجة والمتفاعلة:

1- عند تساوي عدد المولات الغازية الناتجة (n_P)والمتفاعلة(n_R) [nR = nP] أي ان التغير في الحجم يساوي صفرا وبالتالي لا يحدث شغل.

2- عندما يكون عدد المولات الغازية الناتجة (nP) اكبر من عدد المولات الغازية المتفاعلة (nR) [nP > nR] مما يدل على أن النظام زاد حجمه (تمدد) وبالتالي فأن النظام أنجز شغلا على المحيط.

3- عندما يكون عدد المولات الغازية الناتجة (nP) أصـــغر من عدد المولات الغازية المتفاعلة (nR) [nP < nR] مما يدل على أن النظام قل حجمه (أنضـغط) وبالتالي فأن المحيط أنجز شـغلا على النظام.

س/ حدد من خلال التفاعلات التالية أي من المعادلات أنجز النظام فيها شغلا على المحيط مع بيان السبب؟

1- $Sn(s) + 2F_2(g) \longrightarrow SnF_4(s)$

2- $SiI_4(g) \longrightarrow Si(s) + 2I_2(g)$

3- $H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$

4- $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$

الجواب///

$$\underbrace{Sn(s) + 2F_2(g)}_{n_R = 2} \longrightarrow \underbrace{SnF_4(s)}_{n_P = 0}$$

بما أن عدد مولات المواد الناتجة الغازية أقل من عدد المولات المتفاعلة الغازية فأن الغاز عانى انضغاط أي أن المحيط أنجز شغلا على النظام.

$$\underbrace{SiI_4(g)}_{n_R = 1} \longrightarrow \underbrace{Si(s) + 2I_2(g)}_{n_P = 2}$$

بما أن عدد مولات المواد الناتجة الغازية أكبر من عدد المولات المتفاعلة الغازية فأن الغاز عانى تمدد أي أن النظام أنجز شغلا على المحيط.

ملاحظة///// في حالة كون جميع المواد المتفاعلة والناتجة سائلة أو صلبة (مواد غير غازية) فأنه يمكن اهمال الشغل أي أن القواعد السابقة تشمل تفاعلات الغازات فقط.

$$2Ga(l) + 3Br_2(l) \longrightarrow 2GaBr_3(s)$$

$$2K_2S_2O_3(s) + I_2(s) \longrightarrow K_2S_4O_6(s) + 2KI(s)$$

$$Ca(s) + Br_2(l) \longrightarrow CaBr_2(s)$$