**تـماريـــــن فـي الــدينـاميــكــــــــــــا الـحــراريـــــــــــة**

**التمـــــــرين - 1- :**

1 J = 1 Pa.m3

1 atm = 1,013 bar = 1,013.105 Pa

1 atm = 760 mmHg

1 cal = 4,18 J

أحسب قيم ثابت الغازات R بـ L.atm/mol.K و J/mol.K و cal/mol.K .

**الجواب:** cal/mol.K 0,082 L.atm/mol.K = 8,31 J/mol.K = 2 R =

**التمـــــــرين - 2- :**

يتمدد مول من غاز مثالي خلال تحول عكوس ثابت درجة الحرارة من الحالة **1** ( 298°K ، 5 atm) إلى الحالة **2** ( 1 atm , T2)

* أحسب درجة الحرارة النهائية T2
* التغير في الطاقة الداخلية U
* العمل المنجز من طرف الغاز W
* كمية الحرارة خلال التفاعل Q
* التغير في الانطالبي H

**الجواب:** T2 = T1 = 298K ، U = 0 ، W = -3985,6 J ، Q = 3985,6 J ، H = 0

**التمـــــــرين - 3- :**

داخل كالوريمتر سعته الحرارية (C=200 J/K) نقوم بمزج 100 ml من محلول NaOH تركيزه (2 mol/L) مع 100 ml من محلول HCl تركيزه (2 mol/L) ، ارتفعت درجة الحرارة بمقدار 43°C.

 إذا علمت أن السعة الحرارية للمحلول: Cpsolution = 4180 J/Kg.K ; NaOH = 40 g.mol-1  ; HCl = 36,5 g.mol-1

* أحسب:
* الكتلة الإجمالية للمتفاعلات
* الطاقة المحررة خلال التفاعل
* الطاقة المحررة بالنسبة لمول من كل متفاعل

**الجواب:** m = 0,0153 Kg ، Q = 11350 J ، Q’ = 56750 J/mol

**التمـــــــرين - 4- :**

داخل كالوريمتر سعته الحرارية (C=200 J/K) يحتوي على 200 g من الماء عند الدرجة 18 °C نضع قطعة من النحاس كتلتها m = 100 g عند الدرجة 80°C.

 إذا علمت أن السعة الحرارية للماء: Cpeau = 4180 J/Kg.K و درجة حرارة التوازن 20,2 °C

* أحسب السعة الحرارية لمعدن النحاس Cu

**الجواب:** Cpcuivre = 381 J.Kg-1.K-1

**التمـــــــرين - 5- :**

1. يحتوي كالوريمتر على 500 g من الماء عند الدرجة 19 °C ، نضيف كمية من الماء كتلتها m = 150 g عند الدرجة 25,7°C فأصبحت درجة حرارة التوازن 20,5 °C ، السعة الحرارية للماء: Cpeau = 4180 J/Kg.K
* أحسب السعة الحرارية للكالوريمتر،

**الجواب:** Ccalorimrte = 83,3 J.K-1

**2.** في نفس الكالوريمتر الذي يحتوي الآن على 750 g من الماء عند الدرجة 19°C نمرر قطعة من النحاس كتلتها m = 550 g عند الدرجة 92°C فأصبحت درجة حرارة النهائية 23,5°C .

 أحسب السعة الحرارية الكتلية للنحاس

**الجواب:** Cpcuivre = 384,4 J.kg-1.K-1

**3.** ما هي كمية مشروب الصودا اللازم تبريدها من 30°C إلى 10°C باستعمال كتلة من الجليد m = 25 g درجة حرارتها 0 °C .

Cpsoda = 4180 J.K-1.kg-1 ; Lf (glace) = 335 kJ.kg-1

**الجواب:** msoda = 112,7 g

**التمـــــــرين - 6- :**

CH3OH (l) + 3/2 O2 (g) ==> CO2 (g) + 2 H2O (g)

تمثل المعادلة التالية احتراق الميثانول:

أحسب أنطالبي الاحتراق للميثانول باستعمال المعادلات الثلاثة التالية:

C (s) + 2 H2 (g) + 1/2 O2 (g) ==> CH3OH (l)    ΔH°1 = + 638,8 kJ

 C (s)  + O2 (g) ==> CO2 (g)    ΔH°2 = - 393,5 kJ

 H2 (g) + 1/2 O2 (g)  ==> H2O (g)     ΔH°3 = - 241,8 kJ

**الجواب:** ΔHr = -1515,9 kJ/mol

**التمـــــــرين - 7- :**

H2O (l) ==> H2O (g)

أحسب كمية الحرارة اللازمة لتبخر الماء السائل:

2 H2 (g) + O2 (g) ==> 2 H2O (g)    ΔH1 = - 241,8 kJ/mol de H2O (g)

2 H2 (g) + O2 (g) ==> 2 H2O (l)     ΔH2 = - 285,9 kJ/mol de H2O (l)

 تعطى المعادلات التالية:

**الجواب:** ΔHr = + 44,1 kJ/mol

**التمـــــــرين - 8- :**

1. أكتب معادلة احتراق مول من البروبان (المتفاعلات و النواتج تكون في الحالة الغازية)

2. أحسب أنطالبي الاحتراق للبروبان باستعمال المعادلات الثلاثة التالية:

3 C (s) + 4 H2 (g) ==> C3H8 (g) ΔH°1 = -103,8 kJ/mol de C3H8

C (s) + O2 (g) ==> CO2 (g) ΔH°2 = -393,5 kJ/mol de CO2

H2 (g) + 1/2 O2 (g)  ==> H2O (g) ΔH°3 = -241,8 kJ/mol de H2O

**الجواب:** ΔH°r = -2043,9 kJ/mol

**التمـــــــرين - 9- :**

أحسب أنطالبي التشكل لحمض الكبريت باستعمال المعادلات الثلاثة التالية:

SO3 (g) + H2O (l) ==> H2SO4 (l)     ΔH°1 = - 80 kJ/mol

S (s) + 3/2 O2 (g) ==> SO3 (g)    ΔH°2 = - 395 kJ/mol

H2 (g) + O2 (g)  ==> H2O (l)    ΔH°3 = - 286 kJ/mol

**الجواب:** ΔHr = - 761 kJ/mol kJ/mol

**التمـــــــرين - 10- :**

الأكروليين CH2=CH-CHO سائل في الشروط العادية

1. أحسب الأنطالبي المعياري لتشكل الأكروليين باستعمال أنطالبي الاحتراق

2. أحسب الأنطالبي المعياري لتشكل الأكروليين باستعمال طاقات الربط

 معطيات:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C-C | C=C | C-H | C=O | O=O | H-H | liaison |
| – 340 | – 620 | – 415 | – 720 et – 804 à CO2 | – 498 | – 435  | E (kJ/mol) |

 - أنطالبي احتراق الأكروليين: ΔH°r = -1630 kJ/mol

- أنطالبي تشكل الماء: ΔH°f (H2Oliq) = -285,3 kJ/mol

- أنطالبي تشكل غاز الفحم: ΔH°f(CO2 gaz) = -393,5 kJ/mol

- أنطالبي التصعيد للفحم الصلب: ΔH°sub (C (S)) = 716,7 kJ/mol

- أنطالبي تبخر الأكروليين: ΔH°vap (C3H4O liq) = 20,9 kJ/mol

**الجواب:** ΔHf (C3H4O liq) = - 121 kJ/mol ، ΔHf (C3H4O liq) = - 91,8 kJ/mol

**التمـــــــرين - 11- :**

CO (g) + 3 H2 (g) ==> CH4 (g) + H2O (g)

أحسب الأنطالبي المعيارية **ΔH°r,298K**  للتفاعل التالي:

1. استنتج قيمة الطاقة الداخلية **ΔU** للتفاعل

2. هل هذا التفاعل ماص للحرارة أم ناشر للحرارة

 تعطى الأنطالبي القياسية لتفاعل احتراق CO و H2 و CH4

CO (g) + 1/2O2 (g) → CO2 (g) ΔH°r,298K (1) = -283 kJ

H2 (g) + 1/2O2 (g) → H2O (g) ΔH°r, 298K (2) = -241, 8 kJ

CH4 (g) + 2O2 (g) → CO2 (g) + 2H2O (g) ΔH°r, 298K (3) = -803, 2 kJ

**الجواب:** ΔH°r,298  = -205,2 kJ ، ΔU°r,298 = -200,24 kJ

**التمـــــــرين - 12- :**

أحسب أنطالبي الاحتراقΔH°r,298K لحمض الأكساليك الصلب (C2H2O4 , s) عند الدرجة 25°C الضغط الجوي

تعطى:

ΔH°f,298K (C2H2O4, s) = -1822,2 kJ.mol-1

ΔH°f, 298K (CO2, g ) = -393 kJ.mol-1

ΔH°f, 298K (H2O, l )= -285,2 kJ.mol-1

**الجواب:** ΔHr°298 = 751 kJ/mol

**التمـــــــرين - 13- :**

لنعتبر احتراق الإيثان C2H6 (g) عند الدرجة 25°C و الضغط الجوي:

C2H6 (g) + 7/2O2 (g) ==> 2CO2 (g) + 3H2O (l)  ΔH°r,298  = -373,8 kcal

استنتج الحرارة المولية المعيارية لتشكل الإيثان الغازي ΔH°f,298 (C2H6, g)

C (graphite) + O2 (g) → CO2 (g) ΔH°r,298 (1) = -94,05 kcal

H2 (g) + 1/2O2 (g) → H2O(l) ΔH°r, 298 (2) = -68,3 kcal

تعطى:

**الجواب:** ΔHf°298 (C2H6, g) = -19,2 kcal.mol-1

**التمـــــــرين - 14- :**

N2 (g) + 3 H2 (g)  → 2NH3 (g) ΔH°r,298  = -22,08 kcal

إليك التفاعل التالي:

1. أحسب بدلالة درجة الحرارة T أنطالبي التفاعل إذا علمت أن السعة الحرارية لكل فرد كيميائي تكون بالعلاقة التالية:

Cp (N2,g) = 6,85 + 0,28.10-3 T

Cp (NH3,g) = 5,72 + 8,96.10-3 T

Cp (H2,g) = 6,65 + 0,52.10-3 T

تعطى السعة الحرارية للمركبات التالية:

نفرض بأنه لا يوجد تحول للمادة خلال مجال الحرارة.

**الجواب** ΔH°T = -18,22 –15,36 .10-3 T + 8,04.10-6 T2 kcal.

**التمـــــــرين - 15- :**  الجزئين 1 و 2 مستقلين عن بعضهما البعض

S (s) + O2(g) → SO2(g) ΔH° 298K  = -70,96 kcal/mol

S (s) + 3/2O2(g) → SO3(g) ΔH° 298K  = -94,48 kcal/mol

SO2(g) + 1/2O2(g) → SO3(g)

1. لنعتبرالتفاعل التالي: - إذا علمت أن:
2. أرسم المخطط الموافق للتفاعل السابق مع توضيح الحالة الابتدائية و الحالة النهائية.
3. أحسب ΔH°r 298K  للتفاعل السابق

CaCO3 (S) → CaO (S)  + CO2 (g)

1. أحسب تغير الطاقة الداخلية لتفكك 1 mol من كربونات الكالسيوم عند 0°C

يعطى جدول أنطالبيات تشكل المركبات التالية:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| CaO | CO2 | CaCO3 | المركب  |
| - 152 | - 94,3 |  - 270 | ΔH°*f* (Kcal) |

ثابت الغازات المثالية: R = 2 cal/mol

**الجواب:** ΔH°298 = -23,52 Kcal/mol ; ΔU = -23,15 Kcal

**التمـــــــرين - 16- :**

C2H4(g) + 3O2(g) → 2CO2(g) + 2H2O(l) ΔH°r,298  = -1387,8 kJ/mol

ليكن تفاعل احتراق الايثيلين :

ΔH°sub (C, s) = 171,2 kcal.mol-1

ΔH°f,298 (CO2 ,g) = -393 kJ.mol-1

ΔH°f,298 (H2O ,l) = -284,2 kJ.mol-1

باستعمال أنطالبيات التشكل و التصعيد للمركبات التالية:

1. أحسب أنطالبي التشكل للايثيلين الغازي

2. أحسب طاقة الربط لـ C=C في الايثيلين C2H4

تعطى أنطالبيات طاقات الربط في الجدول التالي:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| C-C | C-H | H-H | Liaison |
| - 263,3 | - 413,8 | - 434,7 | E (kJ.mol-1) |

الجواب:E(C=C) = - 611,8 kJ.mol-1 ; ΔH°f,298 (C2H4 ,g) = 33,6 kJ.mol-1

**التمـــــــرين - 71- :**

1. أحسب الأنطالبي المعيارية لتشكل الأوكتان الغازي عند 298 K.

2. أحسب الأنطالبي المعيارية لاحتراق الأوكتان الغازي، هل التفاعل ماص أم ناشر للحرارة.

معطيات:

 ΔH°d (H-H) = 436 kJ/mol ; ΔH°sub (Cs) = 717,6 kJ/mol

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| C-C | C-H | Liaison |
| -345 | -415 | E (kJ.mol-1) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| CO2 (g) | H2O (g) | المركب |
| -393,5 | -241,83 | ΔH°f (kJ/mol) |

**الجواب:** Hr° comb = -5093, 2 kJ/mol ; Hf° (C8H18) = -227,4 kJ/mol

**التمـــرين 18:**

* أحسب الأنطالبي القياسية لتشكل 1 مول من حمض اللاكتيك CH3-CHOH-COOH علما بان إحراق 18g من هذا الحمض ينشر 272,54 Kj عند الدرجة 25°C و الضغط الجوي.

يعطى:

C (s)  + O2 (g) ==> CO2 (g)    ΔH°1 = - 397,31 kJ/mol

 H2 (g) + 1/2 O2 (g)  ==> H2O (l)     ΔH°2 = - 285,83 kJ/mol

**الجواب:** Hf° (C3H6O3) = -686,72 kJ/mol

------------------------------------------------------------------------------------

**التمـــرين 19:**

1. الجدول التالي يبين طاقات الربط عند درجة حرارة 298K

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **الرابطة** | EC-C | EC-H | EC=C | EC-O | EO-H |
| **E (kJ/mol)** | - 342,5 | - 412,3 | - 612,8 | - 356,0 | - 426,6 |

C2H5OH (g) ==> CH2 = CH2 (g)  + H2O (g) **ΔH°r,298  = ?**

أحسب الأنطالبي القياسي للتفاعل التالي:

CH4 (g) + 4F2 (g) ==> CF4 (g) + 4HF(g) **ΔH°r,298  = -1923 kJ/mol**

1. أحسب طاقة الرابطة C-F للتفاعل التالي:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **الرابطة** | EC-H | EH-F | EF-F |
| **E (kJ/mol)** | - 412,6 | - 562,6 | - 153,0 |

تعطى قيم طاقات الربط في الجدول التالي:

**ملاحظة:** طاقة الربط E تساوي طاقة التفكك Hd° لكن مختلفتين في الإشارة E = - Hd°

**الجواب**: ; EC-F = - 481,5 kJ/mol ΔH°r,298  = 71,4 kJ/mol

----------------------------------------------------------------------------------------

**التمــرين 20:**

2Na2O2 (s) ==> 2Na2O (s) + O2 (g) **ΔH°r,298 = ?** = ?

1. أحسب قيمة التغير في الأنطالبي المعياري عند 298K للتفاعل التالي:

يعطى:

ΔH°f (Na2O2 (s) ) = - 513,2 kJ.mol-1

ΔH°f (Na2O (s)) = - 418,0 kJ.mol-1

**الجواب**190,4 kJ/mol ΔH°r,298  =

---------------------------------------------------------------------------------

**التمـــرين 21:**

1. أحسب الأنطالبي المعياري لتشكل H2O2  انطلاقا من التفاعلات التالية:

2H2 (g) + O2 (g) ==> 2H2O (l)    **ΔH°1 = - 136,8 kcal/mol**

 H2O2 (g) ==> H2O (l) + ½ O2 (g)   **ΔH°2 = - 23,83 kcal/mol**

1. إذا علمت أن حرارة التشكل النظامية للماء السائل عند الدرجة 25°C تساوي ΔH°f, 298 = - 68, 3 kcal/mol ، أحسب حرارة التشكل عند 100°C.

يعطى: Cp H2 = 6,89 cal/mol ; Cp O2 = 6,97 cal/mol ; Cp H2O = 18 cal/mol

**الجواب-** 67,156 kcal/mol ; ΔH°f, H2O2 = - 44,57 kcal/mol ΔH°f,373K  =

------------------------------------------------------------------------------------

**حـلول سـلـسـلـة التـماريـــن فـي الــدينـاميــكـــا الـحــراريـــة**

**التمـــــــرين - 1- :**

PV = nRT : n = 1mol , T = 273K , P = 1atm = 1,013 bar = 1,013.105 Pa , V = 22,4 L

PV = nRT => R = PV/nRT => R = 1,013.105 Pa . 22,4.10-3m3 / 1mol . 273K = **8,31 J/mol.K** (1J= 1Pa. m3)

PV = nRT => R = PV/nRT => R = 1atm . 22,4L / 1mol . 273K = **0,082 L.atm/mol.K**

R = 8,31 J/mol.K et (1cal= 4,18 joul) => R = 8,31/4,18 = **2 cal/mol.K**

**\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\***

**التمـــــــرين - 2- :**

**1)** T= Cste => T2 = T1 = **298 K**

**2)** U = n.Cv.T et (T= 0) => **U = 0**

**3)** W = - intégrl PdV et T= Cste => W = nRT.ln(P2/P1) => W = 1mol.8,31.298.ln(1/5) = **-3985,6 J**

**4)** U = W + Q  , U = 0 => Q = -W = **3985,6 J**

**5)** H = n.Cp.T et (T= 0) => **H = 0**

**\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\***

**التمـــــــرين - 3- :**

**1)** m = mHCl + mNaOH = 0,1.2.36,5 + 0,1.2.40 = 15,3 g = **0,0153 kg**

**2)** Q = (m.Cpsolution + Ccalorimtr).T = (0,0153kg . 4180J/Kg.K + 200 J/K) . (43K) = **11350 J**

**3)** nHCl = nNaOH = 0,1.2 = 0,2 mol => Q’ = Q/0,2 = 11350/0,2 **= 56750 J**

**\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\***

**التمـــــــرين - 4- :**

Teq= 20,2°C

T1= 18°C

T2 = 80°C

m2= 100g

m1 = 200g

Q المكتسبة=Q المحررة => (m1.Cpeau + Ccalorimtr).T1 = m2.**Cpcuivre**.T2 => (m1.Cpeau + Ccalorimtr).Teq- T1) = m2.**Cpcuivre**.T2- Teq)

**=>** (0,2kg.4180J/kg.K + 200J/K).(293,2K – 291K) =(0,1kg.**Cpcuivre**).(353K – 293,2K) => Cpcuivre = **381 J.Kg-1.K-1**

**التمـــــــرين - 5- :**

T2 = 25,7°C

 **1.**

Teq= 20,5°C

T1= 19°C

m2= 150g

m1 = 500g

Q المكتسبة = Q المحررة => (m1.Cpeau + **Ccalorimtr**).T1 = m2.Cpeau.T2  => (m1.Cpeau + Ccalorimtr).Teq- T1) = m2.Cpeau.T2- Teq)

**=>** (0,5kg.4180J/kg.K + **Ccalorimtr**).(293,5K – 292K) =(0,15kg. 4180J/kg.K).(298,7K – 293,5K) => Ccalorimrte = **83,3 J.K-1**

**2.**

m1 = 750g

Teq= 23,5°C

T2 =92°C

T1= 19°C

m2= 550g

Q المكتسبة = Q المحررة => (m1.Cpeau + Ccalorimtr).T1=m2.Cpcuivre.T2 => (m1.Cpeau + Ccalorimtr).Teq- T1) = m2.Cpcuivre.T2- Teq)

**=>** (0,75kg.4180J/kg.K + 83,3J/K).(296,5K – 292K) =(0,55kg.**Cpcuivre**).(365K – 296,5K) => Cpcuivre = **384,4 J.Kg-1.K-1**

**3.**

Teq=10°C

T2 = 30°C

Teq=0°C

T1= 0°C

m2= ?

Lf

m1 = 25g

m1 = 25g

سائل

جليد

Q المكتسبة = Q المحررة => m1.Lf + m1.Cpeau.Teq- T1) = msoda.Cpsoda.T2- Teq)

* 0,025kg.335.10+3 J/kg + 0,025kg.4180J/kg.K.(283K – 273K) =msoda. 4180J/kg.K . (303K – 283K) => msoda = **112,7 g**

**\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\***

**التمـــــــرين - 6- :**

C (s) + 2 H2 (g) + 1/2 O2 (g) ==> CH3OH (l)    ΔH°1 = + 638,8 kJ

 C (s)  + O2 (g) ==> CO2 (g)    ΔH°2 = - 393,5 kJ

 H2 (g) + 1/2 O2 (g)  ==> H2O (g)     ΔH°3 = - 241,8 kJ

CH3OH (l) + 3/2 O2 (g) ==> CO2 (g) + 2 H2O (g) Δ°Hr

ΔH°r = ΔH°f (CO2)  + 2ΔH°f (H2O) - ΔH°f (CH3OH)  - 3/2ΔH°f (O2) = ΔH°2 + 2ΔH°3  - ΔH°1 = **-1515,9 kJ/mol**

**\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\***

**التمـــــــرين - 7- :**

ΔH°r = ΔH°1 - ΔH°2 = - 241,8 – (– 285,9) => ΔH°r = **+ 44,1 kJ/mol**

**التمــــــرين -8- :**

C3H8 (g) + 5O2 (g) → 3CO2 (g) + 4H2O (g)

3 C (s) + 4 H2 (g) ==> C3H8 (g) ΔH°1 = -103,8 kJ/mol de C3H8

C (s) + O2 (g) ==> CO2 (g) ΔH°2 = -393,5 kJ/mol de CO2

H2 (g) + 1/2 O2 (g)  ==> H2O (g) ΔH°3 = -241,8 kJ/mol de H2O

C3H8 (g) + 5O2 (g) → 3CO2 (g) + 4H2O (g)  ΔH°r = 3ΔH°2 + 4ΔH°3 - ΔH°1 => ΔH°r = **-2043,9 kJ/mol**

**\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\***

**التمــــــرين -9- :**

SO3 (g) + H2O (l) ==> H2SO4 (l)     ΔH°1 = - 80 kJ/mol

S (s) + 3/2 O2 (g) ==> SO3 (g)    ΔH°2 = - 395 kJ/mol

H2 (g) + O2 (g)  ==> H2O (l)    ΔH°3 = - 286 kJ/mol

ΔH°1 = ΔH°f (H2SO4) - ΔH°2 - ΔH°3 => ΔH°f(H2SO4) = ΔH°1 + ΔH°2 + ΔH°3 = **- 761 kJ/mol**

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

**التمــــــرين -10- :**

C3H4O (l) + 7/2O2 (g) → 3CO2 (g) + 2H2O (l)

**1)** ΔH°r(C3H4O) liq = 3ΔH°f (CO2)  + 2ΔH°f (H2O) - **ΔH°f (C3H4O)** - 7/2/2ΔH°f (O2) => ΔHf (C3H4O) liq = **- 121,1 kJ/mol**

**2)**  3Cs + 2H2 (g) + 1/2O2 (g) => C3H4O (l)

ΔH°f (C3H4O) liq

1/2ΔH°d (O=O)

2ΔH°d (H-H)

3ΔH°d (Cs)

-ΔH°vap (C3H4O) liq

 3Cg + 4H (g)  + O (g) => C3H4O (g)



ΔH°f (C3H4O) g

ΔHf (C3H4O) liq = 3ΔH°sub (Cs) + 2ΔH°d (H-H) + 1/2ΔH°d (O=O) + ΔHf (C3H4O) g - ΔHvap (C3H4O) liq

**الاكروليين**

ΔH°d = - E => ΔHf (C3H4O) liq = 3ΔH°sub (Cs) – 2E(H-H) - 1/2E(O=O) + ΔHf (C3H4O) g - ΔHvap (C3H4O) liq

ΔHf (C3H4O) g = EC=C + EC-C  + 4EC-H + EC=O = -3340 kJ/mol => ΔHf (C3H4O) liq **= - 91,8 kJ/mol**

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

**التمـــــــرين - 11- :**

CO (g) + 1/2O2 (g) → CO2 (g) ΔH°r,298K (1) = -283 kJ

H2 (g) + 1/2O2 (g) → H2O (g) ΔH°r, 298K (2) = -241, 8 kJ

CH4 (g) + 2O2 (g) → CO2 (g) + 2H2O (g) ΔH°r, 298K (3) = -803, 2 kJ

CO (g) + 3 H2 (g) ==> CH4 (g) + H2O (g) ΔH°r,298K= ΔH°r,298K (1) + 3 ΔH°r, 298K (2) - ΔH°r, 298K (3)

=> ΔH°r,298K **= -205,2 kJ**

ΔU°r,298K = ΔH°r,298K – Δng.RT , Δng = (1+1) – (3+1) = -2 => ΔU°r,298K = -205,2 – (-2)(8,31.10-3).(298) =>ΔU°r,298K = **-200,24 kJ**

ΔH°r,298K **= -205,2 kJ < 0 => réaction exothermique (تفاعل ناشر للحرارة)**

5

**التمـــــــرين - 12- :**

C2H2O4 (s) +1/2 O2 (g)  → 2 CO2 (g) + H2O (l)  à 298K

 بتطبيق قانون هس ΔH°r = ni.ΔH°f (produits) - nj.ΔH°f (réactifs)

ΔH°r (C2H2O4, s) = 2ΔH°f (CO2, g ) + ΔH°f (H2O, l ) - ΔH°f (C2H2O4, s) -1/2 ΔH°f (O2 (g))

**=>** ΔH°r (C2H2O4, s) **= 751 kJ.mol-1**

**\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\***

**التمـــــــرين - 13- :**

C2H6 (g) + 7/2O2 (g) ==> 2CO2 (g) + 3H2O (l)  ΔH°r,298  = -373,8 kcal

ΔH°r = ni.ΔH°f (produits) - nj.ΔH°f (réactifs) بتطبيق قانون هس

ΔH°r (C2H6 (g)) = 2ΔH°f (CO2, g ) + 3ΔH°f (H2O, l ) - ΔH°f (C2H6( g)) -7/2 ΔH°f (O2 (g))

=> ΔH°f (C2H6( g)) = 2ΔH°f (CO2, g ) + 3ΔH°f (H2O, l ) - ΔH°r (C2H6 (g)) **= -19,2 kcal.mol-1**

**\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\***

**التمـــــــرين - 14- :**

N2 (g) + 3 H2 (g)  → 2NH3 (g) ΔH°r,298  = -22,08 kcal

Cp (N2,g) = 6,85 + 0,28.10-3 T

Cp (NH3,g) = 5,72 + 8,96.10-3 T

Cp (H2,g) = 6,65 + 0,52.10-3 T

N2 (g) + 3 H2 (g)  → 2NH3 (g) ΔH°r,298  = -22,08 kcal

* **ΔH°T  = -18,22 – 15,36 .10-3 T + 8,04.10-6 T2 kcal.**

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

**التمـــــــرين - 15- :**

الحالة الابتدائية

S (s)  + 3/2 O2 (g)

ΔH°2

ΔH°1

ΔH°r

الحالة الوسطية

SO2( g) +  ½ O2 (g)

الحالة النهائية

SO3 (g)

**1.** مخطط التفاعل

ΔH°r  = ΔH°1  + ΔH°2  => ΔH°2 = ΔH°r - ΔH°1 = – 94,48 – (– 70,96) **= -23,52 kcal**

**2.** الطاقة الداخلية

**CaCO3 (S) → CaO (S)  + CO2 (g)** => ΔH°r = ΔH°f (CO2, g ) + ΔH°f,( CaO (S)) - ΔH°f (CaCO3 (S)) **= 23,7 kcal**

ΔU = ΔH°– Δng.RT , Δng = 1 => ΔU°r,298K = 23,7 – (1)(2.10-3).(273) **= 23,15 kcal**

**التمـــــــرين - 16- :**

C2H4(g) + 3O2(g) → 2CO2(g) + 2H2O(l) ΔH°r,298  = -1387,8 kJ/mol

**1.**

ΔH°r = ni.ΔH°f (produits) - nj.ΔH°f (réactifs)بتطبيق قانون هس

ΔH°r (C2H4 (g)) = 2ΔH°f (CO2, g) + 2ΔH°f (H2O, l) - ΔH°f (C2H4( g)) - 3ΔH°f,(O2 (g))

ΔH°f (C2H4( g)) = 2ΔH°f (CO2, g) + 2ΔH°f (H2O, l) - ΔH°r (C2H4 (g)) **= 33,6 kJ.mol-1**

**2.**

ΔH°f (C2H4( g))

2C (S) + 2H2 (g) → C2H4 (g)

2ΔH°d (H-H)

2ΔH°sub

4EC-H + EC=C

2C (g) + 4H(g)

ΔH°f (C2H4( g)) = 2ΔH°sub (CS) + 2ΔH°d (H-H) + 4EC-H + EC=C ; (ΔH°d (H-H) = - E(H-H) )

**=>** EC=C = ΔH°f (C2H4( g)) - 2ΔH°sub (CS)  + 2E(H-H) - 4EC-H =>  **EC=C = - 611,83 kJ.mol-1**

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

8C (g) + 18H(g)

8C (S) + 9H2 (g) → C8H18 (g)

ΔH°f (C8H18 (g))

8ΔH°sub(Cs)

9ΔH°d (H-H)

18EC-H + 7EC-C

**التمـــــــرين - 17- :**

1. حساب الأنطالبي المعيارية لتشكل الأوكتان الغازي عند 298 K:

ΔH°f (C8H18 (g)) = 8ΔH°sub (CS) + 9ΔH°d (H-H) + 18EC-H + 7EC-C

ΔH°f (C8H18 (g)) = 8.716,7 + 9.436 + 18.(- 415) + 7. (- 345) => **ΔH°f (C8H18 (g)) = -227,4 kJ/mol**

2. حساب الأنطالبي المعيارية لاحتراق الأوكتان الغازي:

C8H18 (g) + 25/2O2(g) → 8CO2(g) + 9H2O(l)

ΔH°r = ni.ΔH°f (produits) - nj.ΔH°f (réactifs)بتطبيق قانون هس

ΔH°comb (C8H8 (g)) = 8ΔH°f , (CO2(g))  + 9ΔH°f , (H2O(g)) - ΔH°f , (C8H8 (g))  - 25/2ΔH°f , (O2 (g))

ΔH°comb (C8H8 (g)) = 8.(-393,5) + 9.(-241,83) - (-227,4) – 0 **= - 5093,2 kJ/mol**

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

**التمـــرين 18:**

CH3-CHOH-COOH (l) + 3O2(g) → 3CO2(g) + 3H2O(l)

* معادلة الاحتراق:

C3H6O3 => M = 90 g/mol => n = 18/90 = 0,2 mol

معناه الأنطالبية القياسية لإحتراق 1mol من الحمض هي: ΔH°comb = -272,54 . 5 = - 1362,7 kJ/mol

ΔH°r = ni.ΔH°f (produits) - nj.ΔH°f (réactifs)بتطبيق قانون هس

ΔH°r (C3H6O3) = 3ΔH°f (CO2, g) + 3ΔH°f (H2O, l) - ΔH°f (C3H6O3) - 3ΔH°f,(O2 (g))

ΔH°f (C3H6O3) = 3ΔH°f (CO2, g) + 3ΔH°f (H2O, l) - ΔH°r (C3H6O3)  **= - 686,72 kJ/mol**

**التمــرين 19:**

C2H5OH (g) ==> CH2 = CH2 (g)  + H2O (g) **ΔH°r,298  = ?**

1. حساب ΔH°r,298 للتفاعل:

**ΔH°2**

**ΔH°1**

2C (g) + 6H (g) + O (g)

باستعمال قانون طاقات الربط:

= (5H°d,C-H + H°d,C-C + H°d,C-O + H°d,O-H ) + (EC=C + 4EC-H + 2EO-H) **ΔH°2 + ΔH°r,298  = ΔH°1**

= (-5E C-H - E C-C - E C-O - E O-H ) + (EC=C + 4EC-H + 2EO-H) **= + 71,4 kJ/mol**

CH4 (g) + 4F2 (g) ==> CF4 (g) + 4HF(g) **ΔH°r,298  = -1923 kJ/mol**

2. حساب طاقة الرابطة C-F للتفاعل التالي:

**ΔH°1**

C (g) + 4H (g) + 8F (g)

**ΔH°2**

باستعمال قانون طاقات الربط:

= (4H°d,C-H + 4H°d,F-F ) + (4EC-F + 4EH-F) **ΔH°2 + ΔH°r,298  = ΔH°1**

**ΔH°r,298** = (- 4EC-H - 4EF-F) + (4EC-F + 4EH-F) **=>** EC-F **= - 481,5 kJ/mol**

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

**التمـــرين 20:**

2Na2O2 (s) <==> 2Na2O (s) + O2 (g) **ΔH°r,298 = ?**

1. حساب أنطالبي التفاعل:

ΔH°r = ni.ΔH°f (produits) - nj.ΔH°f (réactifs)بتطبيق قانون هس

ΔH°r = 2ΔH°f, (Na2O (s)) + ΔH°f, (O2, g) - 2ΔH°f, (Na2O2 (s))  **= 190,4 kJ/mol**

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

**التمـــرين 21:**

2H2 (g) + O2 (g) ==> 2H2O (l)    **ΔH°1 = - 136,8 kcal/mol**

 H2O2 (g) ==> H2O (l) + ½ O2 (g)   **ΔH°2 = - 23,83 kcal/mol**

**---------------------------------------------------------------------------------**

ΔH°1 = 2 ΔH°f, (H2O, l) – 2 ΔH°f, (H2, g) – ΔH°f, (O2, g) => ΔH°1 = 2 ΔH°f, (H2O, l) ……..(1)

ΔH°2 = ΔH°f, (H2O, l) + ½ ΔH°f, (O2, g) - ΔH°f, (H2O2, g) => ΔH°2 = ΔH°f, (H2O, l) - ΔH°f, (H2O2, g) ……….(2)

ΔH°f, (H2O2, g) = (ΔH°1)/2 – ΔH°2  = (- 136,8 )/2 – (- 23,83) **= - 44,57 kcal/mol**

1. حساب الأنطالبي المعياري لتشكل H2O2 :

2. حساب حرارة التشكل عند 100°C:

**H2 (g) + ½ O2 (g) ==> H2O (l)   ΔH°f,373K = ?**

 => T(K) = 100 + 273 = 373 K **T(K)** = T(°C) + 273

 => ΔH°f, 373k = ΔH°f,100K + [Cp H2O (l) - Cp H2 (g) - ½ Cp O2 (g)] . (ΔT)

=> ΔH°f, 373k = - 68,3 + (18 – 6,89 – 0,5.6,97).10-3 . (373 – 298) **=>** ΔH°f, 373k = - **67,73 kcal/mol**