جامعة تكريت
كلية التربية للبنات
قسم: الكيمياء
المرحلة: الثالثة
المادة: الكيمياء التناسقية

عنوان المحاضرة: قاعدة العدد الذري الفعال

اسم التدريسي: م.د. دينا سعدي محمدصبحي

الايميل الجامعي: deena3@tu.edu.iq

قاعدة العدد الذري الفعال Effective Atomic Number Rule (EAN)

ان استقرار الايونات المعقدة يتوقف على تماثل ترتيبها الالكتروني مع الترتيب الالكتروني للغازات النبيلة حيث يصبح ايون المعقد مستقر اذا كان مجموع الالكترونات الفلز المركزي والإلكترونات الممنوحة من قبل الليكاندات يساوي العدد الذري لاحد عناصر الغازات النبيلة.

Ne	Ar	Kr	Xe	Rn
10	18	36	54	86

ويطلق على هذه القاعدة بقاعدة العدد الذري الفعال (EAN).

مجموع الكترونات المعقد = الكترونات الفلز M + الكترونات الممنوحة من الليكاند L

او تدعى قاعدة 18 الكترون (18e) حيث تنص القاعدة:

مجموع الكترونات المعقد = الكترونات الفلز (اوربيتال d) + الكترونات الممنوحة من الليكانات L

(يجب ان تساوي 18 e)

*يتطلب تطبيق قاعدة (EAN) او قاعدة (18e) معرفة ما يلي:

1-معرفة نوع الليكاند فيما اذا كان احادي السن او ثنائي..... الخ.

2-معرفة عدد الالكترونات الممنوحة من الليكاند (L) وكما موضح:

نوع الليكاند	عدد الالكترونات الممنوحة
• ليكاند احادي السن	2e
• ليكاند ثنائي السن	4e
• ليكاند ثلاثي السن	6e
• ليكاند رباعي السن	8e

*كل اصرة تناسقية تمنح (2e)، كل اصرة تساهمية تمنح (1e) يمثل هذا الجدول عدد الالكترونات الممنوحة من الليكاند:

نوع الليكاند	عدد الالكترونات الممنوحة	
	1e	H^- , R^- , CH_3C^-O(acetyl)
أحادي السن	2e	CO, CN^-, NO_3^-, H_2O, NH_3, SO_4^{-2}, NO_2^-, F^-, Cl^-, Br^-, I^-, OH^-, NCS^-, SCN^-, R_3P, Ph_3P, DMSO, urea, thiourea, CO_3, N^{-3}
	2e	الالكينات و الالكاينات
	3e	NO
ثنائي السن	4e	Ox^{-2}, en, bipy, DMG, gly, NO_2^-, SO_4^{-2}
	5e	Cp (C_5H_5)
	6e	Cp^- ($C_5H_5^-$) , C_6H_6
	6e	Dien

امثلة على قاعدة (EAN) او قاعدة (18e):

هل يتبع المعقد $[Cr(OX)_3]^{-3}$ قاعدة (EAN)؟ (Cr = 24)

في بداية الحل نحسب عدد التأكسد للفلز $[Cr(OX)_3]^{-3}$

$Cr + (OX)3 = -3 \rightarrow Cr + (-2)3 = -3$

$Cr + (-6) = -3 \rightarrow Cr = +3$

$_{24}Cr^{+3} = 24 - 3 = 21e$

$(OX)_3 = 4e \times 3 = 12e$

مجموع الكترونات المعقد = الكترونات الفلز M + الكترونات الممنوحة من الليكاند L

$33e = 12e + 21e$

لا يساوي العدد الذري للغاز النبيل اذن المعقد غير مستقر حسب هذه القاعدة.

هل يتبع المعقد $[Cr(OX)_3]^{-3}$ قاعدة 18e؟ (Cr = 24)

نحسب حالة التأكسد للفلز $[Cr(OX)_3]^{-3}$

$Cr + (-2)3 = -3 \rightarrow Cr = +3$

نكتب الترتيب الالكتروني للفلز $_{24}Cr = [Ar_{18}]\ 4s^1\ 3d^5$

$Cr^{+3} = [Ar_{18}]\ 3d^3\ 4s^0$

$(OX)_3 = 4e \times 3 = 12e$

مجموع الكترونات المعقد = الكترونات الفلز (اوربيتال d) + الكترونات الممنوحة من الليكانات L

$12e + 3e =$

$15e =$

اذن المعقد غير مستقر ولا يتبع قاعدة 18e.

---

*ان الفرق بين قاعدة 18e وقاعدة (EAN) هو:

ان قاعدة 18e / تشير ان هنالك 18 الكترون تكافؤ حول الفلز المركزي او الايون في المعقدات لكي يكون المعقد مستقر.

اما قاعدة EAN / تشير ان استقرار المعقد يتوقف على تماثل ترتيب الالكتروني للفلز مع الترتيب الالكتروني للغاز النبيل.

هل المعقد $[Cu(en)_3]\ SO_4$ يتبع قاعدة 18e؟ (Cu = 29)

نحسب حالة التأكسد للفلز $[Cu(en)_3]\ SO_4$

$Cu + (0)3 + (-2) = 0 \rightarrow Cu = +2$

نكتب الترتيب الالكتروني للفلز $_{29}Cu = [Ar_{18}]\ 3s^1\ 4d^{10}$

$Cu^{+2} = [Ar_{18}]\ 4d^9\ 3s^0$

$(en)_3 = 4e \times 3 = 12e$

مجموع الكترونات المعقد = الكترونات الفلز (اوربيتال d) + الكترونات الممنوحة من الليكانات L

$12e + 9e =$

$21e =$

اذن المعقد غير مستقر ولا يتبع قاعدة 18e.

او حسب قاعدة (EAN):

$_{29}Cu^{+2} = 29 - 2 = 27e$

$(en)_3 = 4e \times 3e = 12e$

مجموع الكترونات المعقد = الكترونات الفلز M + الكترونات الممنوحة من الليكاند L

$39e = 12e + 27e$

لا يساوي العدد الذري للغاز النبيل اذن المعقد غير مستقر حسب هذه القاعدة.

هل المعقد $[Pt(biPy)_2Cl_2]\ SO_4$ قاعدة (EAN) او قاعدة 18e؟ (Pt = 78)

$[Pt(biPy)_2Cl_2]\ SO_4$

$Pt + (0)2 + (-1)2 + (-2) = 0 \rightarrow Pt = +4$

*حسب قاعدة (EAN):

$_{78}Pt^{+4} = 78 - 4 = 74e$

$(biPy)_2 = 4e \times 2 = 8e$

$Cl_2 = 2e \times 2 = 4e$

مجموع الكترونات المعقد = الكترونات الفلز M + الكترونات الممنوحة من الليكاند L

$4e + 8e + 74e =$

$= 86$ الذي يساوي العدد الذري للغاز النبيل (Rn) المعقد مستقر.

*حسب قاعد 18e:

$_{78}Pt = [Xe_{54}]\ 4f^{14}\ 5d^8\ 6s^2$

$Pt^{+4} = [Xe_{54}]\ 4f^{14}\ 5d^6\ 6s^0$

$(biPy)_2 = 4e \times 2 = 8e$

$Cl_2 = 2e \times 2 = 4e$

مجموع الكترونات المعقد = الكترونات الفلز (اوربيتال d) + الكترونات الممنوحة من الليكانات L

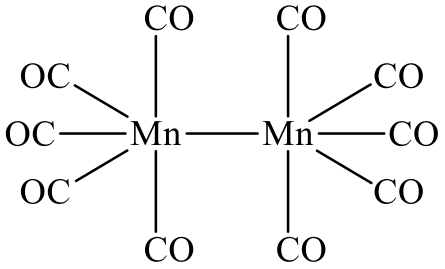
$4e + 8e + 6e =$

$= 18e$ اذن المعقد يتبع قاعدة 18e المعقد مستقر.

---

*تنطبق قاعدة (EAN) وقاعدة (18e) ايضاً على جميع معقدات الكاربونيلات التي تكون فيها الذرة المركزية عددها الذري فردي وتوجد هذه المعقدات بهيأة ثنائي النواة (dimer) او ثلاثي النواة (trimer).

هل يتبع المعقد $[Mn(CO)_5]_2$ قاعدة (EAN) او قاعدة (18e)؟ (Mn = 25)



نحسب الحالة التأكسدية للفلز

$[Mn(CO)_5]_2$

$2Mn + (0)5 = 0 \rightarrow Mn = 0$

*حسب قاعدة (EAN):

$_{25}Mn^0 = 25 - 0 = 25e$

$(CO)_5 = 2e \times 5 = 10e$

$Mn\text{-}Mn = 1e$

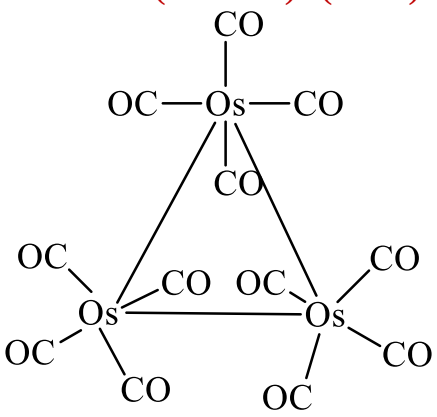
مجموع الكترونات المعقد = الكترونات الفلز M + الكترونات الممنوحة من الليكاند L + اصرة فلز- فلز
= 1e + 10e + 25e
= 36e يساوي العدد الذري للغاز النبيل (Kr) اذن المعقد مستقر.

*حسب قاعدة (18e):

$_{25}Mn = [Ar_{18}]\ 3d^5\ 4s^2$
$(CO)_5 = 2e \times 5 = 10e$
Mn-Mn = 1e

مجموع الكترونات المعقد = الكترونات الفلز(اوربيتالات s و d) + الكترونات الممنوحة من الليكانات + اصرة فلز- فلز
= 1e + 10e + 7e
= 18e اذن المعقد مستقر حسب قاعدة 18e

هل المعقد $[Os_3(CO)_4]$ يتبع قاعدة (EAN)؟ (Os = 76)



$[Os_3(CO)_4]$
$3Os + (0)4 = 0 \rightarrow Os = 0$
$_{76}Os^0 = 76 - 0 = 76e$
$(CO)_4 = 2e \times 4 = 8e$
Os-Os-Os = 1e + 1e = 2e

مجموع الكترونات المعقد = الكترونات الفلز M + الكترونات الممنوحة من الليكاند L + اصرة فلز- فلز
= 2e + 8e + 76e
= 86e يساوي العدد الذري للغاز النبيل (Rn) اذن المعقد مستقر.

واجب: هل المعقد $[Os_3(CO)_4]$ يتبع قاعدة (18e)؟