Ch: "6" electronic structure of atoms "chem101"

(*) Wave nature of light:-

⇐ يعتبر الضوء شكلا من اشكال الطاقة و ينتقل على شكل اشعة كهرومغناطيسية (electromagnetic radiation)

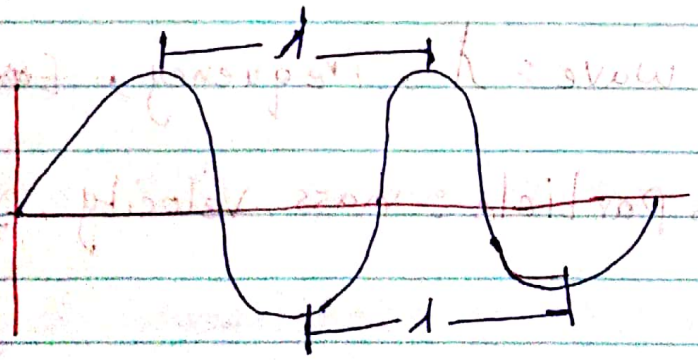
(*) characteristic electromganetic radiation:-

خصائص الاشعة الكهرومغناطيسية:

1) wave length:- (λ) الطول الموجي تقرأ (لمدا)

distance between adjacent crests in the adjacent cycles.

⇐ يقاس من قمة الرقمة او من قاع الى قاع



2) Frequency:- (ν) التردد

number of occurrences of a repeating event per unit of time

⇐ عدد الموجات في وحدة الزمن

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

(note) :- العلاقة بين الطول الموجي و التردد هي علاقة عكسية

$$C = \lambda * V$$

C :- speed of light (m/s) 3×10^8 m/s

λ :- wave lenght (m) or (nm) → نانومتر

V :- Frequency (Hz) $\equiv S^{-1}$

من العلاقة نستنتج :-

$$\lambda = \frac{C}{V} \quad \text{or} \quad V = \frac{C}{\lambda}$$

⇐ الان الضوء له خاصيتان :-

(*) Light :- as → wave :- λ , Frequency , Energy

or

as → particle :- mass , Velocity , mv زخم

⇐ للضوء خاصيتين بعض الاحيان يكون اقوى كموجة و بعض الاحيان اقوى كجسيم .

(*) electromagnetic radiation :-

Gamma ray	X-ray	Ultra violet	visible	Infrared	microwave	RF Frequency

increasing wave length

increasing Frequency , energy

⇒ Gammaray has highest Frequency , shortest wave Length , highest energy

⇒ remember :- $\boxed{E = h * V}$ ①

h :- plank's constant which is $6.626 * 10^{-34}$ J.S

V :- Frequency , E :- energy

$V = \frac{c}{\lambda}$ then $\boxed{E = \frac{h * c}{\lambda}}$ ②

⇐ من العلاقة ① . ② نلاحظ ان الطاقة تتناسب طرديًا مع التردد و عكسيًا مع الطول الموجي .

⇐ اعلى تردد ⇐ اعلى طاقة ⇐ اقل طول موجي
⇐ اقل تردد ⇐ اقل طاقة ⇐ اعلى طول موجي } مهم

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

⇒ RF Frequency :- has longest wave length, lowest energy, lowest Frequency

(*) visible contains :- الضوء المرئي

Violet	Deep Blue	Blue	Green	Yellow	orange	Red

increasing wave length

increasing energy, Ferquency

So :- highes color in energy is the Violet

So :- longest wave length of colors is the red

<u>example</u> :- which of the following forms of ~~electromag~~ electromagnetic radiation has longest wave length?

A) Micro wave B) infrared C) Gamma ray D) ultra violet

⇐ الذكر الرصحة عشان تحل هيك نوع من الاسئلة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

example:- Calculate the wavelength of light that has a frequency of $5.2 * 10^{12}\ s^{-1}$?

Sol:-

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

$$\lambda = \frac{3 * 10^{8}}{5.2 * 10^{12}} = 5.8 * 10^{-5}\ m$$

example:- A micro wave oven emits radiation at a wave length of $5 * 10^{-3}$ cm. what is the Frequency of this radiation?

$\hookrightarrow 5 * 10^{-5}$ m

Sol:-

$$V = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow V = \frac{3 * 10^{8}}{5 * 10^{-5}}$$

$$V = 6 * 10^{10}\ HZ$$

example:- put the visible colors in order from Longest wave length to shortest wave length

Sol:-

Red → orang → yellow → Green → Blue → deep Blue → Violet

CamScanner الممسوحة ضوئيا بـ

" Quantized energy and Photons "

← الفيزياء الكلاسيكية فشلت في تفسير بعض الظواهر وهي:

1) Photo - electric effect :- التأثير الفوتو - الكتروني

2) emission spectra :- طيف الانبعاث

3) Black - body radiation :- اشعاع الجسم الاسود

← بسبب فشلها في تفسير بعض الظواهر ظهرت الفيزياء الحديثة

1) اينشتاين :- "الاشعة الكهرومغناطيسية هي عبارة عن فوتونات"

2) بلانك :- "افترض بلانك ان الطاقة وحدات منفصلة مكماة واقترض انه هناك قيمة صغرى للطاقة لا يمكن تجزئتها"

حيث قال :- $\boxed{E = h * V}$

E :- energy (J)

h :- Plank's constant (J.S)

V :- frequency (HZ) $\equiv S^{-1}$

← الكلام فوق للفهم فقط :)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

⇐ الان نرجع نتذكر قوانين الطاقة اللي عنا :

⇐ نستخدمه لما يعطينا طول موجي بالسؤال $E = \frac{h * c}{\lambda}$

واما يعطيني التردد جاهز

⇐ نستخدم لما يعطيني تردد بالسؤال $E = h * \nu$

<u>example:-</u> red light with a wave length 632 nm,
$632 * 10^{-9}$ m

what is the energy of:-

1) photon

<u>Sol:-</u> $E = \frac{6.626 * 10^{-34} * 3 * 10^{8}}{632 * 10^{-9}}$

$E = 3.15 * 10^{-19}$ J

2) mole of photons in kJ

$3.15 * 10^{-19} * 6.02 * 10^{23} = 19 * 10^{5}$ J

$\rightarrow 19 * 10^{2}$ kJ

⇐ اذا طلب حساب الطاقة لمول طلع الطاقة ثم اضربها بعدد افوغادرو

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

"Line spectra and Bohar model."

⇒ فسر بور بعض الظواهر وسميت بنموذج بور الذري :

(*) تتواجد الالكترونات في مستويات طاقة محددة تسمى مدارات

⇐ ولكل مستوى طاقة محددة

(*) الالكترونات لها طاقة محددة ولن تخسر هذه الطاقة وتسقط في النواة

(*) لا يستطيع الالكترون ان يمتص او يشع طاقة الا بالانتقال من مستوى الى آخر.

⇐ عند انتقال الالكترون من مدار الى آخر يكون هناك فرق طاقة يقاس :

حفظ

$$\Delta E = 2.18 * 10^{-18} \left(\frac{1}{n^2_i} - \frac{1}{n^2_f}\right)$$

n_i : العدد البدائي

n_f : العدد النهائي

⇐ هناك علاقة تربط ارقام العدادات مع الطول الموجي وهي :

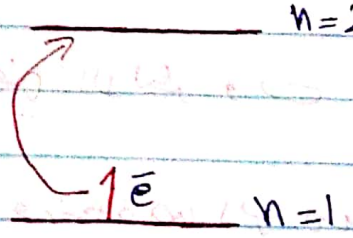
حفظ

$$\frac{1}{\lambda} = R_H * \left(\frac{1}{n^2_f} - \frac{1}{n^2_i}\right)$$

R_H : Rydberg's constant

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

⇐ مثال: تخيل عندك الكترون في n=1 و بدك تنقله الى n=2



(*) لازم اعطيه طاقة الإبدائي انقله من n=1 الى n=2 مقدار الطاقة هي:

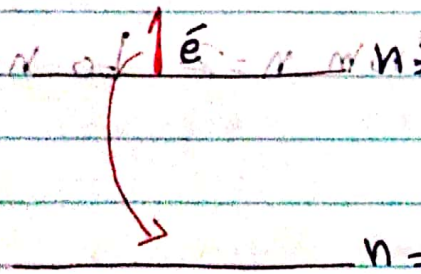
$$\Delta E = 2.18 * 10^{-18} * \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 * 10^{-18} * \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4}\right)$$

$$\Delta E = 1.635 * 10^{-18}$$

⇐ لاحظ ΔE هنا موجب نستنتج من ذلك انه:

عند انتقال $\bar{e}$ من مستوى طاقة منخفض الى مستوى طاقة مرتفع ΔE تكون موجبة



(*) لو بدنا ننقله من n=2 الى n=1 مقدار الطاقة هي:

$$\Delta E = 2.18 * 10^{-18} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{1}\right)$$

$$\Delta E = -1.635 * 10^{-18}$$

⇐ لاحظ ΔE هنا سالب نستنتج انه عند انتقال $\bar{e}$ من مستوى طاقة مرتفع الى مستوى طاقة منخفض تكون ΔE سالبة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

⇒ So :-

امتصاص

(*) $\Delta E \rightarrow (+) \rightarrow$ absorption

⇐ يعني الالكترون بمتص هاي الطاقة و بنتقل من مستوى طاقة منخفض الى مستوى طاقة مرتفع

(*) $\Delta E \rightarrow (-) \rightarrow$ emission

انبعاث

⇐ يعني الالكترون يبعث طاقة عند انتقاله من مستوى طاقة مرتفع الى مستوى طاقة منخفض

(note) :- we can say $\frac{h * c}{\lambda} = 2.18 * 10^{-18} \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right)$

---

example :- the frequency of electromagnetic radiation required to promote an electron from $n=2$ to $n=4$ in a Bohr hydrogen atom is?

Sol : $V = \frac{c}{\lambda} \rightarrow$ لكن الطول الموجي مجهول

$$\frac{1}{\lambda} = R_H * \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 * 10^7 * \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{4} \right)$$

(1) $\frac{1}{\lambda} = -0.2 * 10^7$ (يهمل السالب) (10)

$\lambda = 5 * 10^{-7}$ m

$$V = \frac{c}{\lambda}$$

$$V = \frac{3 * 10^{8}}{5 * 10^{-7}} = 6 * 10^{14} \text{ Hz}$$

note:- you can use $h * \frac{c}{\lambda} = 2.18 * 10^{-18} \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right)$

V

"wave behavior of matter"

⇐ وضع العالم دي برولي معادلة :

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot V}$$

h: plank's constant
m:- mass
V: velocity

(*) $m \cdot V$ = زخم ⇒ momentum

⇐ جمع من خلال هذه المعادلة خصائص الموجات وخصائص الجسيمات

example:- Calculate the wave length of an electron whose velocity 170 km/s and mass of $9.10 * 10^{-28}$ g ?

Sol:- حول السرعة الى m/s
وحول الكتلة الى kg

$$\lambda = \frac{h}{m.v} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{170 \times 10^{3} \times 9.10 \times 10^{-31}} = 4.3 \times 10^{-9}\ m$$

"The uncertainty principle"

نظرية عدم الدقة

⇐ أحد اشهر العلماء في هذا الموضوع هو (Heizenberg)

قال انه:

الحركة mechanics ← quantum ← اجسام صغيرة ← كمي

← classical ← اجسام كبيرة ← تقليدي

لو نوخذ مثال حركة الارض في مدارها و حركة الالكترونات في مداره

شرح

⇐ في حركة الارض نستطيع تحديد موقع الارض Position

و زخم الارض momentum "في نفس الوقت"

Same time

بينما الالكترونات اذا استطعنا تحديد موقع الالكترون

نحن غير قادرين على تحديد الزخم momentum و اذا استطعنا

تحديد زخم الالكترون نحن غير قادرين على تحديد موقعه

يعني انه في حالة الالكترون لا نستطيع الجمع بين موقع الالكترون

و زخمه وهاي خاصية لـ ((quantum mechanics))

⇐ ثم وضع معادلة:-

Position momentum

$$\Delta x \cdot \Delta mv \geq \frac{h}{4\pi}$$

(ii)

وتعرف بـ uncertainty principle

example:- the uncertainty principle states that .....

A) it is impossible to know the exact position and momentum of electron at the same time

X B) it is impossible to know anything with certainty

X C) there can only be one uncertain digit in a reported number.

⇐ الاجابة الصحيحة A

example:- uncertainty principle states that the ..... and momentum cannot be measured exactly

A) position B) speed C) Distance D) acceleration

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

Quantum number and atomic orbitals

⇐ لكل الكترون بالذرة له 4 ارقام كم تعبر عنه

1) Principle quantum number :- (n) عدد الكم الرئيسي

(*) يعبر عن مستوى الطاقة الرئيسي الذي يكون موجود به الالكترون

(*) تتراوح قيمة n (1, 2, 3, 4)

2) Angular momentum quantum number :- (L)
عدد الكم الفرعي

(*) تميز من خلاله بين الالكترونات الموجودة بالمستوى الرئيسي الواحد

(*) تتراوح قيمة (L) من (0 - (n-1))

توضيح :-

$n = 2 \rightarrow L = 0, 1$

$n = 3 \rightarrow L = 0, 1, 2$

(مهم)

(*) الفلك (S) يوخذ $2\bar{e}$

(*) الفلك (P) يوخذ $6\bar{e}$

(*) الفلك (d) يوخذ $10\bar{e}$

(*) الفلك (f) يوخذ $14\bar{e}$

L	نوع الفلك
0	S
1	P
2	d
3	f

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

3) magnetic quantum number: (mL) عدد الكم المغناطيسي

(*) تكون قيمة (mL) من L الى -L مرورًا بالصفر

⇐ توضيح L = 2

mL = 2, 1, 0, -1, -2

ويمكن حساب mL من العلاقة mL = 2L + 1

L = 2 ⇒ mL = 4 + 1 = 5 ← خمس اعداد كم مغناطيسي

وهما :- 2, 1, 0, -1, -2

① ② ③ ④ ⑤

4) spin quantum number: (ms)

(*) تكون له قيمتان اما $+\frac{1}{2}$ او $-\frac{1}{2}$

(*) وحسب مبدأ باولي للاستبعاد لا يمكن ان يكون هناك الكترون لهما نفس ارقام الكم الاربعة

<u>example</u>:- If n = 3 and L = 1 how many mL there in this quantum number?

mL = 2L + 1

⇒ L = 1 ⇒ mL = 2 + 1 = 3

$n \quad L \quad m_L \quad m_s$

example: is quantum number $(4, 2, 0, -\frac{1}{2})$ Possible or not

(*) ملحوظة قبل حل السؤال

(*) n لازم تكون اكبر او تساوي 1

(*) L لازم تكون محصورة من صفر الى n-1

(*) mL لازم تكون محصورة من L الى -L مرورًا بالصفر

(*) ms لها قيمتان اما $+\frac{1}{2}$ او $-\frac{1}{2}$

Sol: $n = 4 \Rightarrow n \geq 1$ ✓

$L = 2 \Rightarrow$ محصورة من 0 الى n-1 ✓
0 الى 3

$m_L = 0$ محصورة من L الى -L
2 الى -2 ✓

$m_s = -\frac{1}{2}$ لها قيمتان اما $+\frac{1}{2}$
او $-\frac{1}{2}$ ✓

$\Rightarrow$ Possible

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

examples: all the following combination of quantum numbers are allowed, except:

A) $(5, 3, -2, \frac{1}{2})$ B) $(7, 3, 0, -\frac{1}{2})$ C) $(6, 1, 1, \frac{1}{2})$

D) $(3, 2, -3, \frac{1}{2})$

⇐ الحل نفس المثال السابق امسك كل فرع و حلل الارقام

⇐ الجواب فرع D

---

electronic configuration

التوزيع الالكتروني

عشان تتذكر التوزيع الالكترونات شوف الشكل هذا

1S 2S 2P 3S 3P 4S 3d 4P 5S 4d 5P 6S 4F 5d 6P 7S 5F

بلش من اليسار لليمين

و اتذكر:

(*) هسا رح تفهم شو قصدي

$S \rightarrow 2\bar{e}$	قيمة L	نوع الفلك
$P \rightarrow 6\bar{e}$	0	S
	1	P
$d \rightarrow 10\bar{e}$	2	d
$F \rightarrow 14\bar{e}$	3	F

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

example:-

Na :- 1S 2S 2P 3S

الخطوة الاولى نكتب الترتيب من اليسار الى اليمين

عدد الالكترونات

الخطوة الثانية عندك 11 الكترون بدك توزعهم

$2e^-$ ← S يوخذ حد اقصى ٢ الكترون

$6e^-$ ← P يوخذ حد اقصى ٦ الكترون

Na :- $1S^2\ 2S^2\ 3P^6\ 3S^1$

هيك بنكون وزعنا توزيع الكترونى

شو فايدة الكلام هذا انا بقلك

example:- Na ← طلع اعداد الكم الاربعة للالكترون الثالث في 2P

3rd electron in 2P , find (n, L, mL, ms)

اول اشي مطلوب في الطلع اعداد الكم الاربعة للالكترون الثالث في 2P

الخطوة الاولى بوزع توزيع الكترون

Na :- $1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^1$

مطلوب طلع اعداد الكم الاربعة لـ الالكترون الثالث في 2P

⇐ الخطوة الثانية :

$\uparrow\downarrow \; \uparrow\downarrow \; \uparrow\downarrow$ n ← 2P → L

$n = 2$

$L = P \Rightarrow$ but $P \rightarrow 1$

$$\boxed{n = 2 \,,\; L = 1}$$

⇐ الخطوة الثالثة :

جوا الفلك P هناك ٣ مستويات من الطاقة

٦ الكترونات تشبع الفلك P ← $\bar{e}$

P ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂

-1 0 1 → mL

مش بتتذكر انه قيمة mL بتكون من -L الى L

طيب ليش جيت بالشكل هذا ↿⇂ الجواب حسب قاعدة Hund :

P ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂

قاعدة (Hund) بتقول لما تيجي تعبي الكترونات بتعبيها

مرادي او ثم تزاوج

هيك يعني ⇐

① ② ③

P ↿ ↿ ↿

هيك بنعد الالكترونات

④ ⑤ ⑥

P ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂

-1 0 1

ثم تزاوج ⇐

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

هو قيمة الـ mL للالكترون الثالث

① ④ ② ⑤ ③ ⑥

p ↑↓ ↑↓ ↑↓

-1 0 1

⇐ الالكترون الثالث موجود عند $\boxed{mL = 1}$

⇐ أخر اشي وهو ms

اذا الالكترون هيك ↑ ⇐ $+\frac{1}{2}$

اذا الالكترون هيك ↓ ⇐ $-\frac{1}{2}$

⇐ الخلاصة :- اعداد الكم الاربعة هما

$n = 2 , L = 1 , mL = 1 , ms = +\frac{1}{2}$

طبعًا ما حدا فهم هسا بفهمك

بتوزيع الالكترونات ⇐ mL

جوا الافلاك

s ↑↓ $2\bar{e}$

p ↑↓ ↑↓ ↑↓ $6\bar{e}$

d ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ $10\bar{e}$

f ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ $14\bar{e}$

ms ⇐ ↑ ⇐ $+\frac{1}{2}$

↓ ⇐ $-\frac{1}{2}$

↑↓ الرقم اللي جنب ⇐ n

الحرف ② p

تمثل قيمة الحرف ⇐ L

حيث :

s = 0

p = 1

d = 2

f = 3

نوخذ مثال ثاني

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

example: $_{22}Ti: 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2\, 3p^6\, 4s^2\, 3d^2$

1st electron in 3d.

Sol:- $n \leftarrow 3d \rightarrow L$

$\boxed{n=3}$, $\boxed{L=2}$, $\boxed{d=2}$

مطلوب الالكترون الاول في 3d

حسب قاعدة (Hund) بتوزع فرادى

$d\ \underline{\uparrow}_{-2}\ \underline{\uparrow}_{-1}\ \underline{\ }_{0}\ \underline{\ }_{1}\ \underline{\ }_{2}$ ⇒ خمس مستويات من الطاقة

تذكر

mL من L الى L-

⇐ مطلوب الالكترون الاول:-

$d\ \underline{\uparrow}_{-2}$

$\boxed{mL=-2}$

⇐ بما انه 1 ⇐ $m_s = +\frac{1}{2}$

$n=3$, $L=2$, $mL=-2$, $m_s=+\frac{1}{2}$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

(note:-) $_{24}Cr: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$

ليش مش $4s^2 3d^4$

⇐ الجواب لانه الافلاك المملوءة بالكامل او النصف مملوءة تكون اكثر استقرار

لاحظ $4s^1$ الفلك (s) يتسع 2 الكترون وموجود فيه 1 الكترون، نفس الاشي الفلك (d) يوسع 10 الكترونات وموجود فيه 5 الكترون يعني النصف لذلك بهاي الحالة يكون الفلكين اكثر استقرار

(note:) $_{29}Cu: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$

⇐ لاحظ s نصف مملوء و d مملوء لذلك يكون الفلكين اكثر استقرار.

"energy of orbitals"

← عشان نميز بين الافلاك مين طاقته اكبر ومين طاقة اقل :-

١) نجمع قيمة (n+L) لكل فلك

٢) الفلك اللي بكون اكبر مجموع بكون اكبر طاقة

٣) اذا تساوى مجموع (n+L) :

اي n تبعته اكبر بكون اعلى طاقة

← خلونا نشوف مثال :-

<u>example</u>: which of the following has the highest energy and which has the lowest?

A) 3p B) 2s C) 3d D) 4p

A) n+L ⇒ 3+1 = 4

B) n+L ⇒ 2+0 = 2 → اقل طاقة

C) n+L ⇒ 3+2 = 5

D) n+L ⇒ 4+1 = 5

→ متساويات لكن :
فرع (C) n = 3
فرع (D) n = 4

اعلى طاقة

Condensed electron configuration

توزيع الالكترونات مكثف

⇐ الفكرة هون انه بستخدم عناصر المجموعة الثانية

اسهل من اني اوزع و يكون التوزيع طويل

example: $_{12}Mg$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

التوزيع الالكتروني لـ Ne

$_{10}Ne$: $1s^2 2s^2 2p^6$

بتصير ⟹ $_{12}Mg$: $\{Ne\}\ 3s^2$

⇐ نوخذ أخر ملحوظة و مثال و ننهي الشابتر

note: paired electron ⟵ زوج الكترونات ⟵ s ↑↓

unpaired electron ⟵ الكترونات مفردة ⟵ s ↑

Valance electron ⟵ الكترونات التكافؤ

بتكون بالمدار الاخير

example: How many paired, unpaired and valance electrons are there in $_9F$?

$_9F$: $1s^2 2s^2 2p^5$

$1s^2$ (↑↓)

$2s^2$ (↑↓)

$2p^5$ (↑↓)(↑↓)(↑) ⟵ الكترون مفرد

H :- paired

1 :- unpaired

لتذكره توزيع عادي

Valance $\bar{e}$ = 7 ($_9F$) 2 7

24