Chapter ATOMIC AND QUANTUM

1) Basics Formulas for atomic Physics

1) แรงคูลอมบ์ : $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$, $k = 9\times10^9$ (C, m)

2) ประจุเมื่อทราบจำนวนอิเล็กตรอน : $q = ne$ (n = จ.น. e^- ตัว)

3) ศักย์ไฟฟ้าจากจุดประจุ (Scalar) : $V = \frac{k(\pm Q)}{r}$ (Volt)

4) ศักย์ไฟฟ้าในแผ่นโลหะ : $V = Ed$ (N/C, V/m)

: $F_E = qE$

5) พลังงานศักย์เร่งประจุ : $qV = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{2}m(v^2-u^2)$

6) แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อประจุ : $F_B = qvB$ (kg)

: $R = \frac{mv}{qB}$ (m)

7) โมเมนตัมเชิงมุม (L คงที่ ไม่เสียพลังงาน) : $L = mvr$ ($J_S = kg\cdot m^2/s$) $P = mv$

8) พลังงานของคลื่นแสงความถี่ต่าง ๆ : $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ หน่วยเป็น จูล (f: Hz)

(1) q_1 F F q_2 ระยะ r

▶ $q_{e^-} = q_p = \pm e = \pm 1.6\times10^{-19}$ C

▶ $m_{e^-} = 9.1\times10^{-31}$ kg

(2) รับ e^- 10^{20} ตัว

oil

$q = ne = 10^{20}(1.6\times10^{-19})$

$= 16$ C (ตอบ)

(3) Q ระยะ a $V = \frac{kQ}{a}$

(4) E, F_E, d, V

(5) u=0 $+q$ v ระยะ V_a

(6) F_B R $\vec{B}_{in}$ (T) $\vec{v}\times\vec{B}$

ถ้า v พอดี $F_E = F_B$, $qE = qvB$

(8) ม่วง → f_{max} → λ_{min}

2) Some Physical Constants

ปริมาณ	สัญลักษณ์และค่า
1) *Atomic mass unit*	$1u = 1.66\times10^{-27}\ kg$
2) *Avogadro's number*	$N_A = 6.02\times10^{23}\ particles/mol$
3) *Coulomb Constant*	$k = 9\times10^{9}\ Nm^2/C^2$
4) *Electron mass*	$m_e = 9.1\times10^{-31}\ kg$
5) *Electron volt*	$1\ eV = 1.6\times10^{-19}\ J$
6) *Electron charge*	$q_e(e) = 1.6\times10^{-19}\ C$
7) *Planck's constant*	$h = 6.6\times10^{-34}\ J\cdot s$
	$\bar{h} = \frac{h}{2\pi} = 1.05\times10^{-34}\ J\cdot s$
8) *Proton mass*	$m_p = 1.67\times10^{-27}\ kg$
9) *Rydberg constant*	$R_H = 1.1\times10^{7}\ m^{-1}$
10) *Speed of light in vacuum*	$c = 3\times10^{8}\ m/s$

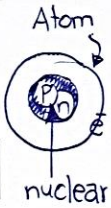
** 11) อิเล็กตรอนถูกเร่งด้วยความต่างศักย์ V โวลต์ จะมีค่าพลังงาน V อิเล็กตรอนโวลต์

Ex ^4_2He $m = 4u$ (amu) $= 4\times1.66\times10^{-27}\ kg$, $q = 2e\ C = 2\times1.6\times10^{-19}\ C$

Ex $3\ eV = 3\times1.6\times10^{-19}\ J$ #

eV $\overset{\times e}{\rightleftharpoons}$ J $\overset{\div e}{}$

Ex $E = 4.9\ eV$: e ---- e เร่งด้วย 4.9V

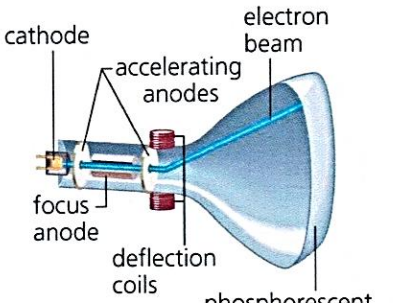


3) Thomson Experiment

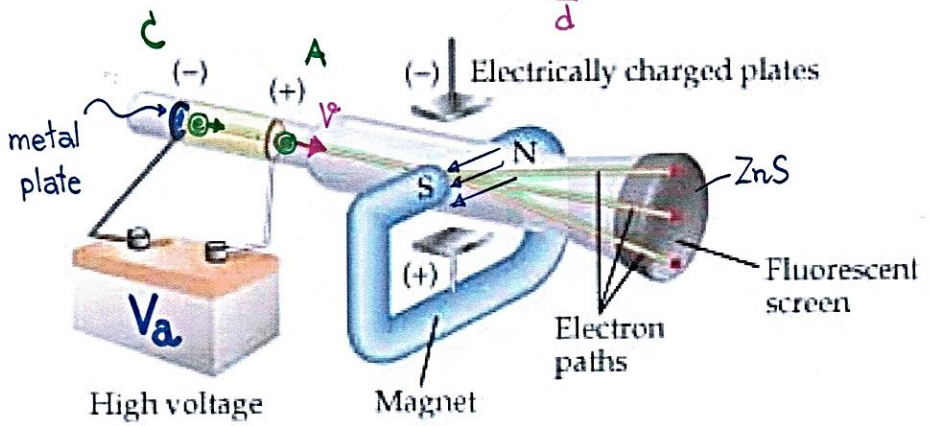
ทดลอง รังสี Cathode → electron

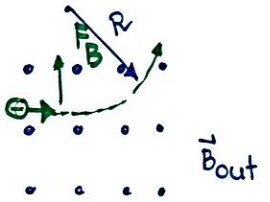
Thomson : หา $\frac{e}{m}$

- ประจุถูกเร่ง $qV_a = \frac{1}{2}mv^2$
- ประจุเคลื่อนที่โค้งในสนามแม่เหล็ก $R = \frac{mv}{qB}$
- ประจุเคลื่อนที่แนวตรง $F_E = F_B$ ⇝ $qE = qvB$ → $\frac{V}{d}$



Helmholtz's coil

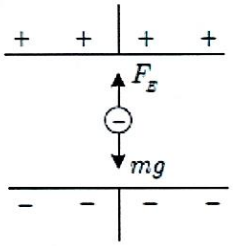




4) Millikan Experiment

Millikan : หา e, m

หยด oil มี e หลายตัว

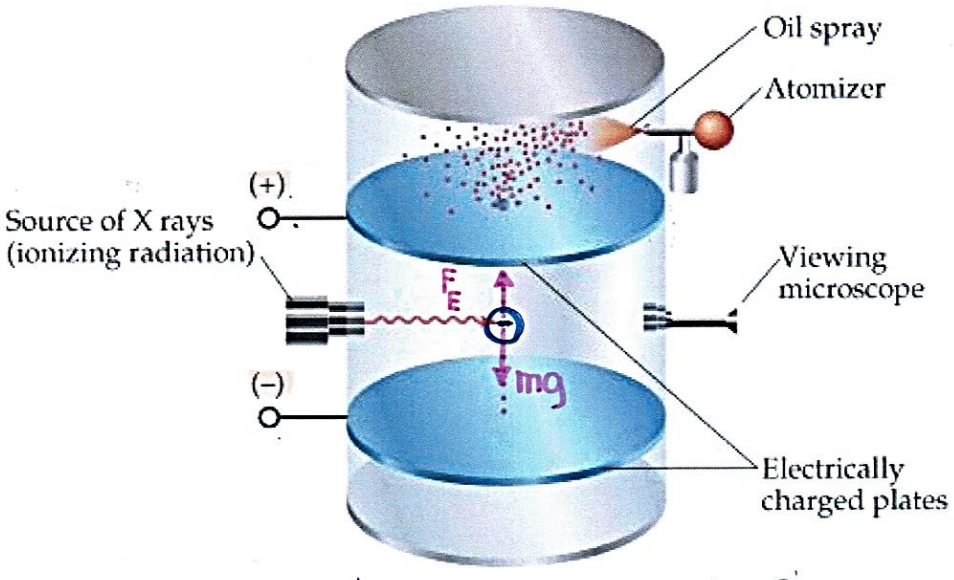


$F_E = mg$

$qE = mg$

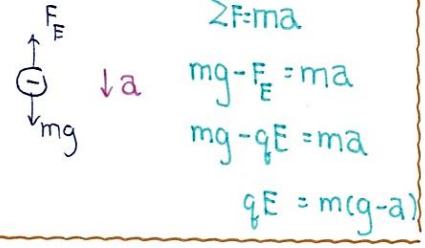
(ne) ρV $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

$\frac{V}{d}$



ปรับ Volt ระหว่างแผ่น จน oil ลอยนิ่ง

ไง?

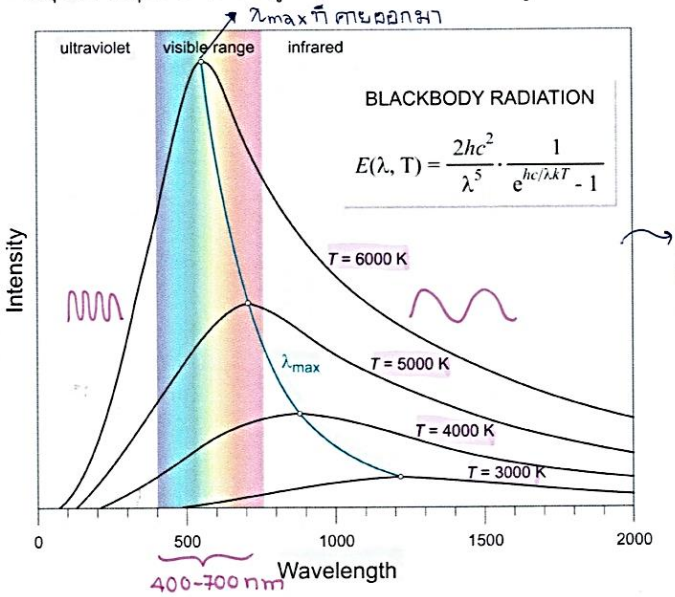


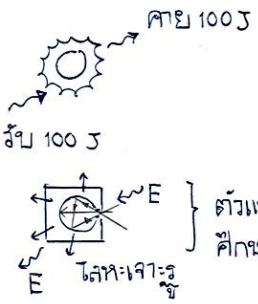
5) Model of Atom

5.1) Max Planck

model การ รับ-คาย พลังงาน ของ e^-

- วัตถุดำ : วัตถุที่สามารถ รับ-ดูดกลืน พลังงานได้อย่างสมบูรณ์



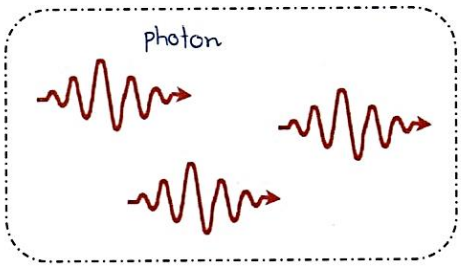


การรับพลังงาน ของ black body จะรับได้-คาย หลายช่วง ขึ้นกับ Temp
Temp↑ รับพลังงานมากขึ้น

- แสงมีพลังงาน ในแต่ละก้อนโฟตอน เป็นไปตามสมการ :

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$ (f : Hz, λ : m) หน่วย J

$$E = \frac{1240}{\lambda_{nm}}$$ หน่วย eV



- อิเล็กตรอนถูกเร่งด้วยความต่างศักย์ 1 โวลต์ จะมี พลังงาน 1 อิเล็กตรอนโวลต์
- พลังงาน : $1\ eV = 1.6 \times 10^{-19} J$

Ex $\lambda = 200$ nm

$E = \frac{1240}{200} = 6.2$ eV

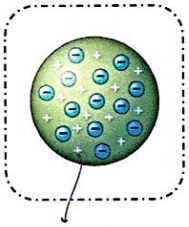
Ex $\lambda = 1000$ nm

$E = 1.24$ eV #

5.2) Model of Atom

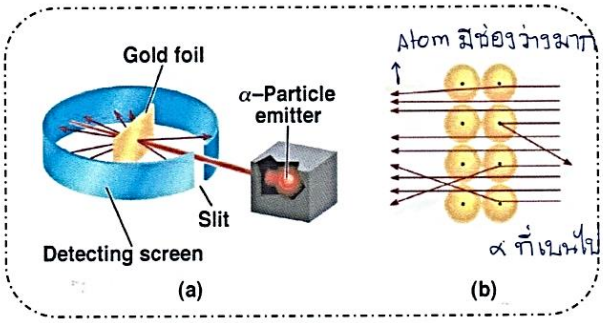
5.2.1) Dalton

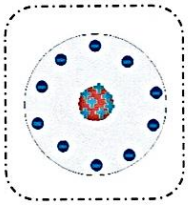
5.2.2) Thomson



กลาง

5.2.3) Rutherford

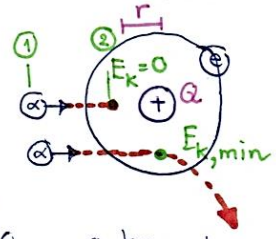




$\alpha - {}^{4}_{2}He$

α ที่เบนไปทำให้สรุปว่า
- Atom มีช่องว่างมาก (α ผ่านส่วนใหญ่)
- nucleus เล็ก (หนาส่วน)

- แอลฟาวิ่งเฉียดนิวเคลียสจะมี **พลังงานจลน์ น้อยที่สุด**



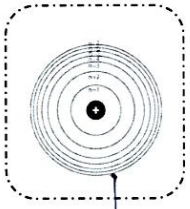
- แอลฟาวิ่งชนนิวเคลียสตรงๆ : $E_{k,\alpha} = \frac{1}{2}mv^2 = qV$

ของ α $\frac{kQ}{r}$, Q ของ nucleus

ทำให้ คำนวณ รัศมี ของ nucleus ได้ $\approx 10^{-15}$ m

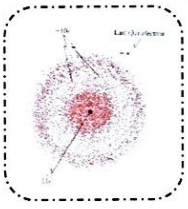
5.2.4) Bohr

H-atom



วงพลังงาน

5.2.5) Cloud



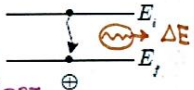
s, p, d, f

6) Bohr model of the H-Atom

Bohr

1st ⇒ e^- มีวงพิเศษ วนแบบคลื่นนิ่งไม่เสียพลังงาน $L = mvr = n\hbar$ ($\hbar = \frac{h}{2\pi}$, $1.054 \times 10^{-34}\ Js$)
- L ควรที่ → คนพบคือ debroglie
- n → บอกชั้น

2nd ⇒ spectrum เกิดจาก e^- เปลี่ยนวงโคจร out → inner



$\Delta E = |E_i - E_f|$ หาพลังงานที่ e^- ปล่อย
- ΔE → โฟตอน
- E_i = initial, E_f = final

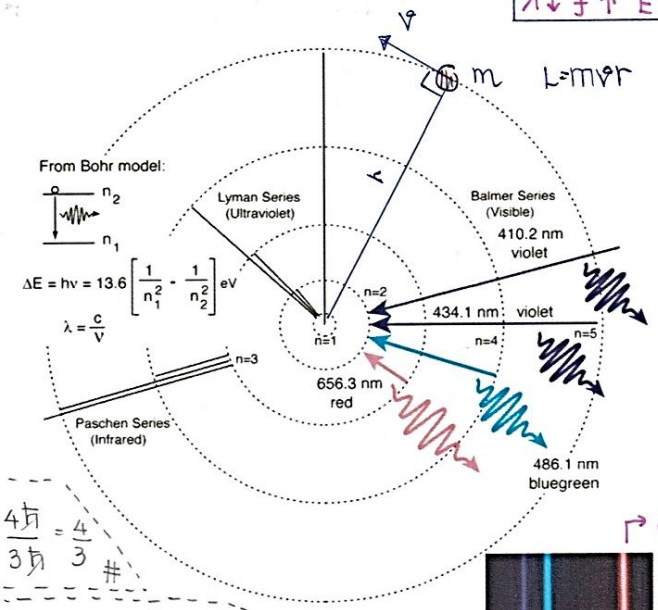
⇒ $\Delta E = hf$ หน่วย Hz หรือ J ($6.6 \times 10^{-34}\ Js$)

$\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$ ($3 \times 10^8\ \frac{m}{s}$, λ : m)

Ex $\frac{L_4}{L_2} = \frac{4\hbar}{2\hbar} = 2$

⇒ $\Delta E = \frac{1240}{\lambda_{nm}}$ (eV) ระวัง $1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J$ (electron volt)

↗↓ f ↑ E ↑

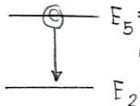


↳ ΔE ต่ำ

↳ ΔE สูง : ช่วงชั้นกว้าง

Ex $\frac{L_4}{L_3} = \frac{4\hbar}{3\hbar} = \frac{4}{3}$ #

Ex



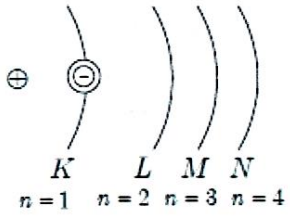
Sol: ได้มาโดย nucleus

$\lambda_{nm} = \frac{1240}{|-3.2-(-10.2)|} = 177.14$ nm #

$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{177.14 \times 10^{-9}} = 1.69 \times 10^{15}$ Hz #

7) Parameters about H-atom

พลังงาน
การหา r, v, f, E ของ e^- ในแต่ละชั้น
รัศมีวงโคจร



$r_n = a_0 n^2$

$r \alpha n^2$

$v \alpha \frac{1}{n}$ → $v_n = \frac{v_1}{n}$

$f \alpha \frac{1}{n^3}$ → $f_n = \frac{f_1}{n^3}$

$T \alpha n^3$ → $T_n = T_1 n^3$

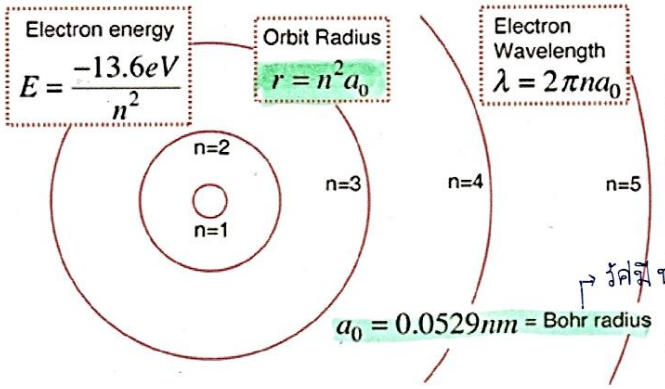
Important !?

$E_n = \frac{-13.6}{n^2}$ eV

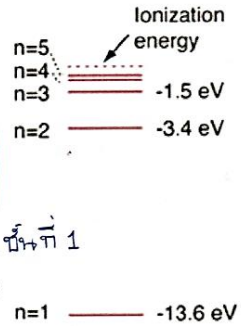
Electron energy
$E = \frac{-13.6eV}{n^2}$

Orbit Radius
$r = n^2 a_0$

Electron Wavelength
$\lambda = 2\pi n a_0$

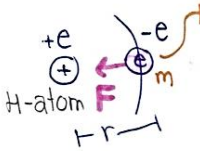


$a_0 = 0.0529nm$ = Bohr radius → รัศมี ชั้นที่ 1



Note ในแต่ละชั้นของวงโคจรอิเล็กตรอนจะมีค่า $|E_p| = 2E_k$

Prove



$\Sigma F_c = ma_c$

$\frac{ke^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$

$ke^2 = \frac{mv^2r^2}{r}$

$mke^2 = \frac{(mvr)^2}{r}$ → $mvr = n\hbar$

$r = \frac{n^2\hbar^2}{mke^2}$ ~ $r_n = \left(\frac{\hbar^2}{mke^2}\right)n^2 = a_0 n^2$

eV

$v_n = \frac{v_1}{n}$ $\quad E_n = \frac{-13.6}{n^2}$

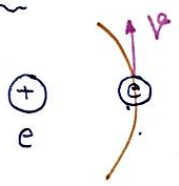
$f_n = \frac{f_1}{n^3}$ $\quad T_n = T_1 n^3$

Ex $\frac{r_5}{r_2} = \frac{5^2 a_0}{2^2 a_0} = \frac{25}{4}$ #

$r_n = a_0 n^2$

Bohr's radius รัศมี ชั้นที่ 1

Prove



$E_T = E_p + E_K$

↳ จาก nucleus

$E_p = qV = (-e)\frac{ke}{r} = -\frac{ke^2}{r}$ $-*$

$E_K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\frac{ke^2}{r}$ $-**$

$\frac{kee}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$

$\frac{ke^2}{r} = mv^2$

$\frac{1}{2}\frac{ke^2}{r} = \frac{1}{2}mv^2$

$\therefore E_T = -\frac{ke^2}{r} + \frac{1}{2}\frac{ke^2}{r} = -\frac{1}{2}\frac{ke^2}{r}$

$E_T = -\frac{1}{2}\frac{ke^2}{a_0 n^2} = -\frac{E_1}{n^2}$ (J)

21.76×10^{-19}

$$\boxed{E_n = -\frac{13.6}{n^2}\ (eV)}$$

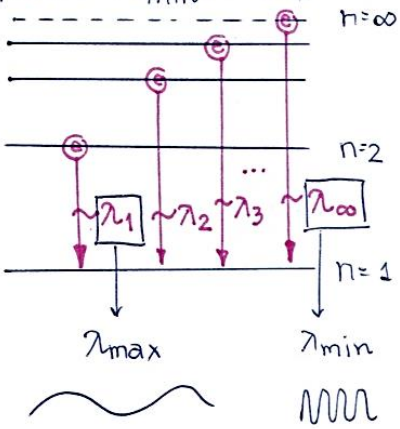
ไดๆ ดูดโดย nucleus

Note $|E_p| = 2E_k$

$|E_T| = E_k$

Dm!

(1) การหา λ_{min}, λ_{max} ที่ atom คาย ในเซต: Series



lymann series

คือ λ_{all} ที่ตกลงมา 1st shell

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \dots, \lambda_\infty$

Ex จงหา λ_{max} ใน lymann

Sol $n=2 \rightarrow n=1$

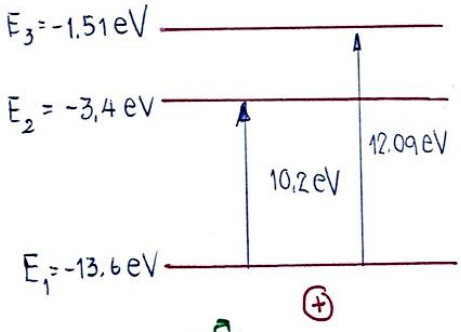
$$\frac{1}{\lambda} = 1.1\times10^{7}\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{2^2}\right)$$

$$\lambda = 1.82\times10^{-7}\ m = 182\ nm$$ #

---

(2) การรับ energy ของ atom "ไม่เต็ม ไม่รับ"

EE



10 eV gs 10 eV

10.2 eV → 1st excited state → 0 eV

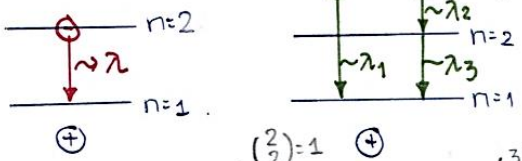
12 eV → 1st Ex5 → 1.8 eV

14 eV → IE e หลุดจาก atom มี E_K วิ่งต่อไป

$E_K = 0.4$ eV

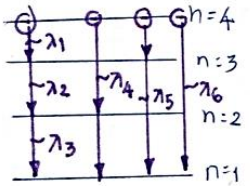
กลับมาที่ gs

(3) Spectrum & Pattern



Spectrum : 1 เส้น $\binom{2}{2}=1$ S : 3 เส้น $\binom{3}{2}=3$

Pattern : 1 แบบ P : 2 แบบ



S: 6 เส้น $\binom{4}{2}=\frac{4!}{2!\,2!}=6$

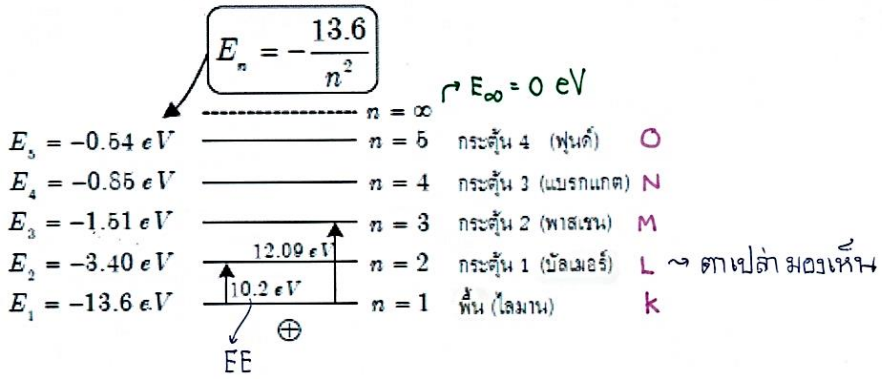
P: 4 แบบ

8) Spectrum of H-atom

การคำนวณสปกตรัมของ $H-atom$

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2}$$

$E_\infty = 0$ eV



8.1 การคำนวณพลังงาน, ความยาวคลื่น ที่อะตอม ดูด หรือ คาย

$$\Delta E = |E_i - E_f| = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

$\lambda_{min} \rightarrow \Delta E_{max} \rightarrow f_{max}$

$\lambda_{max} \rightarrow \Delta E_{min}$

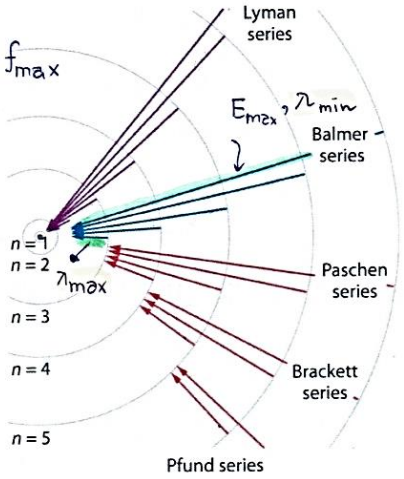
$$\lambda_{nm} = \frac{1240}{\Delta E} \leftarrow |E_i - E_f|$$

หา λ ที่ e^- คายเมื่อเปลี่ยนชั้นพลังงานได้

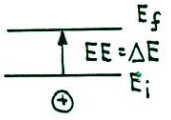
$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right]$$

ใช้สมการนี้ เมื่อทราบ ค่าคงที่ R_H

ค่าคงที่ "ริดเบอร์ก" $R_H = 1.1\times10^7\ m^{-1}$

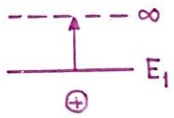


8.2 การคำนวณพลังงานกระตุ้น : $EE = |E_i - E_f|$



Excitation energy

8.3 การคำนวณพลังงานไอออไนเซชัน : $IE = |E_1|$



$IE = |E_1 - E_\infty| = |E_1|$

9) Franck-Hertz Experiment (Hg-atom)

การทดลองสนับสนุนระดับพลังงานอะตอมเป็นขั้นๆไม่ต่อเนื่องของ *Bohr*

↓ ดูจากการดูดกลืน Energy เป็นช่วงๆ

- ฟรังค์ – เฮิรตซ์ : ทดลอง *atom* ของปรอท

Fig. (A)

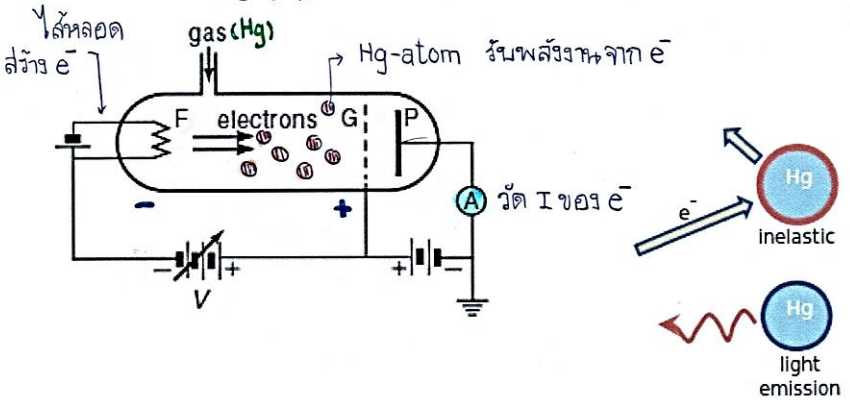
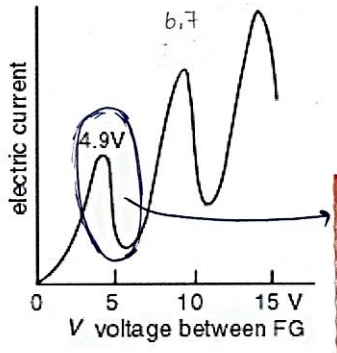


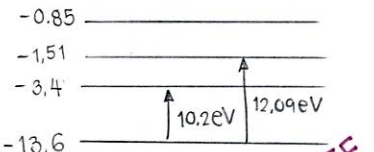
Fig. (B)



Ex

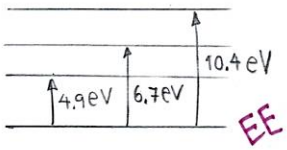
1st ExS ศักย์พลังงาน -0.1eV #

atom ของ Hg รับพลังงานจาก e⁻ ทำให้ e⁻ ไม่สามารถ ค.ท.ไปยัง Ⓐ ได้ จึงแสดงว่า Hg-atom รับพลังงาน



H-atom

EE

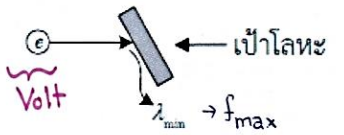


Hg-atom

EE

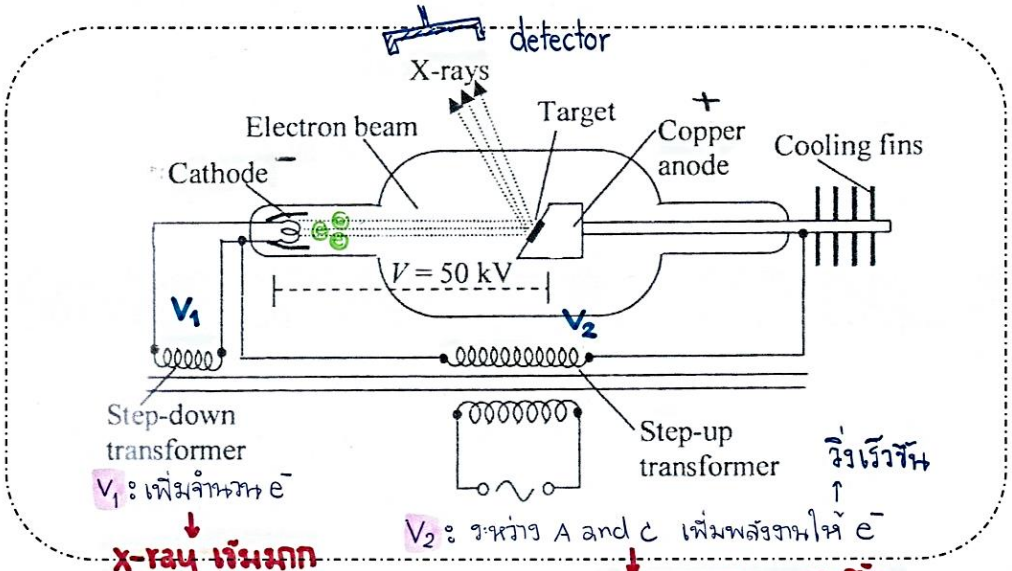
10) Röentgen Experiment (x-ray)

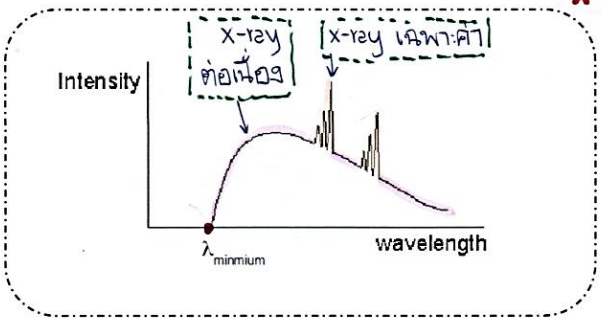
- *Roentgen* : ทดลองรังสี $x-rays$

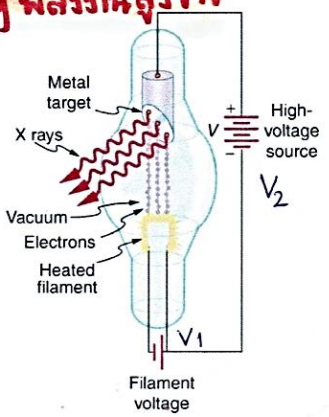


$$\lambda_{min,nm} = \frac{1240}{V}$$ ศักย์ไฟฟ้าเร่งอิเล็กตรอน

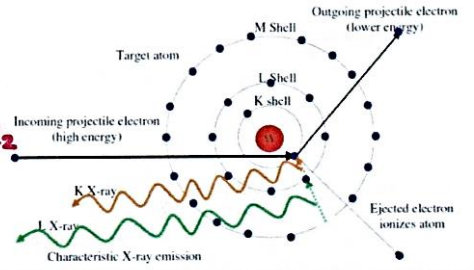
Note ให้ศักย์ไฟฟ้า $V = 1\ volt$ แก่ e^- จะทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงาน $= 1\ eV$







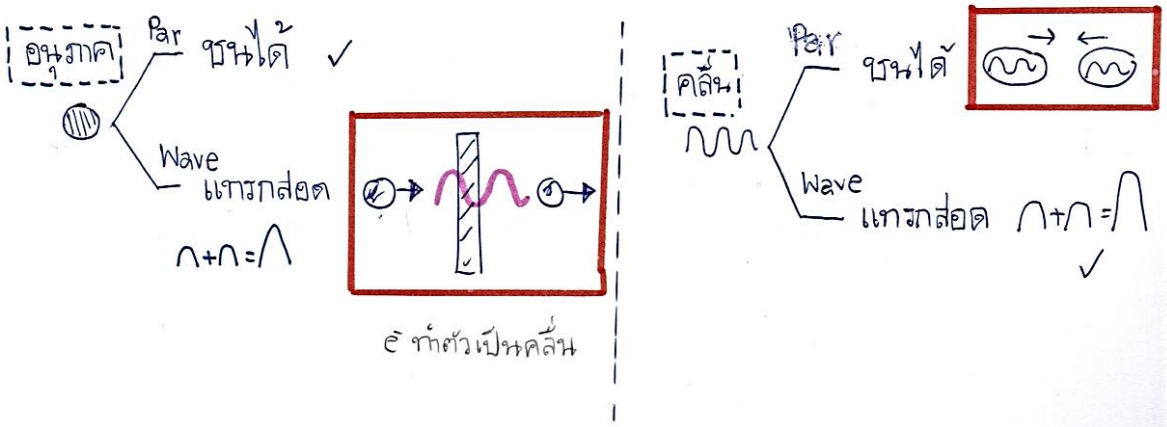
XRD

Continuous X-ray	Characteristic X-ray
Continuous (Bremsstrahlung) X-Ray Production	เหมือน Bohr Characteristic X-Ray Production
 $E_{e^-} = \frac{1240}{\lambda_{nm}}$ นิวเคลียสดูด e^- ทำให้ ค.ก.โค้ง → คาย x-ray $\lambda_{min,nm} = \frac{1240}{V}$ ศักย์ไฟฟ้าเร่งอิเล็กตรอน (Energy สูง) ต้องการหา f_{max} ของ x-ray → ยิงตรง	 e^- ชน e^- วงใน ทำให้เกิด hole e^- วงนอก ค.ก.ลงมาเป็นชั้นๆ คาย X-ray เหมือน H-atom

11) Duality of Wave and Particles

Einstein

- คลื่น ประพฤติตัวเป็น อนุภาค : Photoelectric effect , Compton effect
- อนุภาค ประพฤติตัวเป็น คลื่น : The Broglie

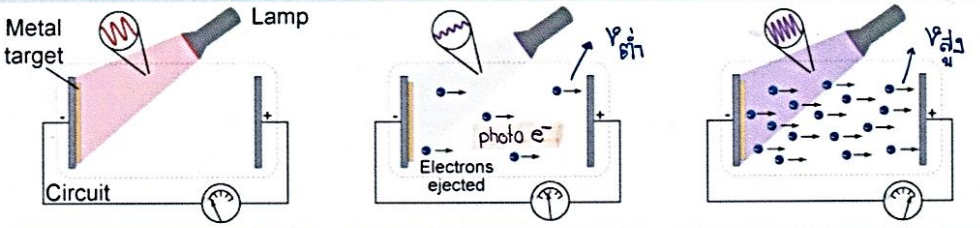


ออกสอบทุกปี : คลื่น เป็น อนุภาค

12) Photoelectric Effect

- ถ้า Light มี ความเข้ม ↑ ⇝ จน. photo e⁻ ↑
- ถ้า Light มี ความถี่ ↑ ⇝ photo e⁻ พลังงาน ↑

Photoelectric effect



Light frequency too low, no electrons ejected from metal, no electric current flows.	Low intensity light above threshold frequency, some electrons ejected from metal, small current.	High intensity light above threshold frequency, many ejected electrons, high current.

การสนับสนุนคลื่นเป็นอนุภาค พบโดย ไอน์สไตน์ (ทดสอบโดยอาศัยปรากฏการณ์ *Photoelectric*)

- โฟโตอิเล็กตรอนจะเกิดได้เมื่อ $f_{light} \geq f_o$ ⟨ $f_{Light} = f_o$ e⁻ หลุด ล่องลอย $E_k = 0$; $f_{Light} > f_o$ e⁻ หลุด แล้วมี E_k
- **พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนวัดค่าได้โดยการเปลี่ยนเป็นรูปค่าพลังงานศักย์ไฟฟ้า**

Photoelectric equation

สูตรที่ 1 $E_{k,max} = hf - W$ พลังงานยึดเหนี่ยว (ฟังก์ชันงาน) → หน่วย จูล

J

สูตรที่ 2 $V_S = \frac{1240}{\lambda_{nm}} - W_{(eV)}$ → หน่วย อิเล็กตรอนโวลต์

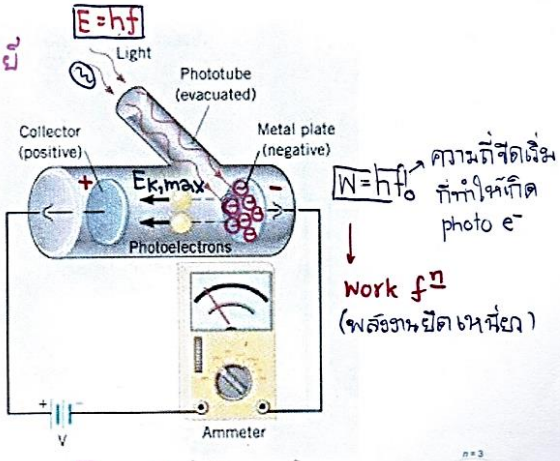
$\frac{E_{k,max}}{e} = \frac{hf}{e} - \frac{W}{e}$ ($E_{k,max} \to eV_S$)

Note

$E_{k,max} = eV_S$ → เปลี่ยน พลังงาน-ศักย์

$W = hf_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$

V_S - ศักย์หยุดยั้ง e⁻

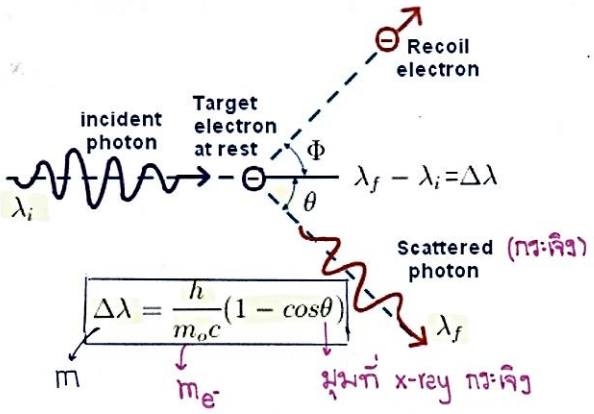


$W = hf_0$ ความถี่จิดเริ่มที่ทำให้เกิด photo e⁻

↓ Work fn (พลังงานยึดเหนี่ยว)

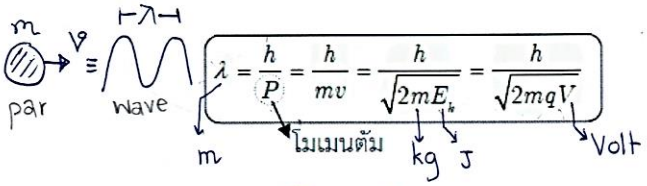
$E = W + E_{k,max}$

7.2 ปรากฏการณ์คอมป์ตัน : การกระเจิงของอนุภาคแกรไฟต์ (ยิง x-ray ชน graphite)

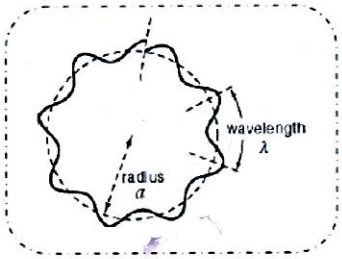


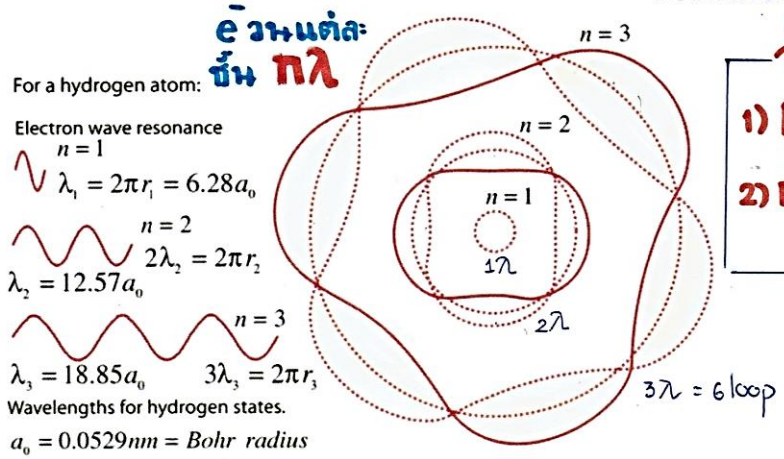
11) Debroglie

8) การสนับสนุนอนุภาคเป็นคลื่น พบโดย เดอบรอยด์



e^- ทำตัวเป็นคลื่น





อ้อ!

1) $P_{อนุภาค} = mv$

2) $P_{คลื่น} = \frac{h}{\lambda}$

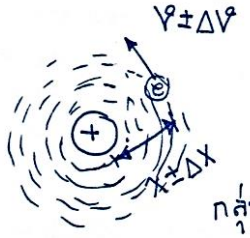
Prove

$2\pi r = n\lambda$	$mvr = n\frac{h}{2\pi}$
$2\pi r = n\frac{h}{mv}$	$mvr = n\hbar$ → 1st Bohr

12) Basic of Quantum Mechanics

กลศาสตร์ควอนตัม

- ความไม่แน่นอนของ Heisenberg : $\Delta x \cdot \Delta P \geq \hbar$ หรือ $\Delta x \cdot m\Delta v \geq \hbar$ (ที่ยอมรับได้) $\hbar = \frac{h}{2\pi}$
- การหาโอกาสในการพบอิเล็กตรอนในช่วง dx : $\int_0^x |\psi|^2 \, dx$ ของโชรดิงเจอร์ (Schrodinger)



Δx - ความไม่แน่นอนของ ต.น.

ΔV - ความไม่แน่นอนของ V

กลุ่มหมอก

Bohr

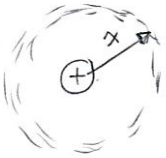
$r_n = a_0 n^2$

$V_n = \frac{V_1}{n}$

การบอก ต.น.ที่อยู่ของ e^- จะบอกในรูป → P(x) → P(r) } โอกาสในการเจอ ณ. x, r ใดๆ

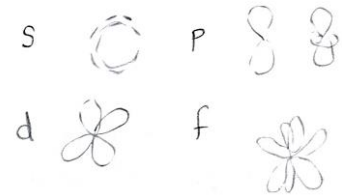
$0 \leq P(x) \leq 1$

electron orbitals



P(x) = 0.8 = 80% บอก ต.น.ที่อยู่ของ e^-

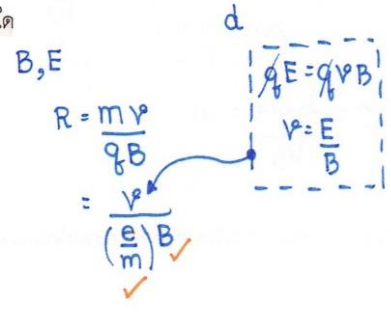
S



โจทย์ตัวอย่างฟิสิกส์อะตอม

1) ในการทดลองหลอดรังสีแคโทดหากมีสนามแม่เหล็ก B มีค่า 0.25×10^{-3} เทสลา ทำให้รังสีแบนลงด้วยรัศมีความโค้ง R ถ้าผ่านกระแสไฟฟ้าเพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะ 4.5×10^{3} โวลต์/เมตรทำให้รังสีแคโทดพุ่งเป็นเส้นตรงไม่เบี่ยงเบน ให้ระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะเท่ากับ 1 เซนติเมตร $e/m = 1.8\times10^{11}$ คูลอมบ์/กิโลกรัม ค่า R จะมีค่าเท่ากับเท่าใด

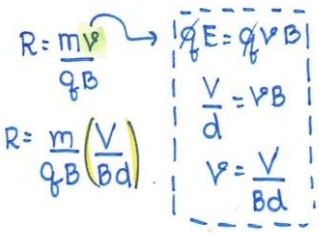
1. 0.04 เมตร
2. 0.08 เมตร
3. 0.1 เมตร
4. 0.2 เมตร
5. 0.4 เมตร



$$\therefore R = \frac{E}{(\frac{e}{m})B^2}$$
$$= \frac{4.5\times10^{3}}{(1.8\times10^{11})(0.25\times10^{-3})^2}$$
$$= 0.4\ m \quad \#$$

2) ในการทดลองวัดอัตราส่วนประจุต่อมวล $\left(\frac{q}{m}\right)$ ของอนุภาคในรังสีแคโทด โดยวิธีของทอมสันพบว่า เมื่อใช้สนามแม่เหล็กซึ่งมีความเข้ม B รังสีแคโทดจะเบี่ยงเบนไปเป็นทางโค้ง ซึ่งมีรัศมี R ต่อมาเพื่อใส่สนามไฟฟ้าเข้าไปโดยทำให้เกิดความต่างศักย์ V ระหว่างแผ่นโลหะ 2 แผ่น ซึ่งวางห่างกันเป็นระยะ d รังสีแคโทดจะเดินทางเป็นเส้นตรงโดยไม่เกิดการเบี่ยงเบน อัตราส่วนประจุต่อมวลของอนุภาคในรังสีแคโทดจะมีค่าเท่าใด

1. $\frac{V}{BdR}$
2. $\frac{V}{B^2dR}$
3. $\frac{BdR}{V}$
4. $\frac{B^2dR}{V}$



$$\frac{q}{m} = \frac{V}{B^2dR} \quad \#$$

3) ในการทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกนพบว่าถ้าต้องการให้หยดน้ำมัน ซึ่งมีมวล m และอิเล็กตรอนเกาะอยู่ n ตัว ลอยนิ่งอยู่ระหว่างแผ่นโลหะ 2 แผ่น ซึ่งวางขนานห่างกันเป็นระยะทาง d และมีความต่างศักย์ V ประจุของอิเล็กตรอนที่คำนวณได้จากการทดลองนี้จะมีค่าเท่าใด

1. $\frac{mgd}{nV}$
2. $\frac{mgV}{nd}$
3. $\frac{nmgd}{V}$
4. $\frac{nV}{mgd}$

$\uparrow = \downarrow$

$$qE = mg$$
$$(ne)\frac{V}{d} = mg$$
$$e = \frac{mgd}{nV}$$

4) ในการทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกน พบว่าต้องการให้หยดน้ำมัน ซึ่งมีมวล 4.8×10^{-15} กิโลกรัม ลอยนิ่งอยู่ระหว่างแผ่นโลหะ 2 แผ่น ซึ่งวางขนานห่างกัน 1.0 เซนติเมตร ต้องใช้ความต่างศักย์ระหว่างแผ่นโลหะ 300 โวลต์ ถ้าอิเล็กตรอนมีประจุ 1.6×10^{-19} คูลอมบ์ และความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกเท่ากับ 10 เมตร/(วินาที)^2 หยดน้ำมันหยดนี้จะมีอิเล็กตรอนเกาะอยู่กี่ตัว

1. 1 ตัว
2. 10 ตัว
3. 100 ตัว
4. 1,000 ตัว

$qE = mg$

$ne\frac{V}{d} = mg$

$n = \frac{mgd}{eV} = \frac{4.8\times10^{-15}(10)\,0.01}{1.6\times10^{-19}(300)} = 10$ ตัว

5) รังสีแอลฟาเคลื่อนที่เฉียดนิวเคลียสของทองคำ พลังงานจลน์ของรังสีแอลฟา ณ ตำแหน่งที่เข้าใกล้นิวเคลียสของทองคำมากที่สุด มีค่า

1. ศูนย์
2. มากที่สุด
3. เท่าเดิม
4. น้อยที่สุด

6) อิเล็กตรอนที่สถานะกระตุ้นที่ 3 จะมีความเร็วเป็นกี่เท่าของอิเล็กตรอนที่สถานะพื้นฐาน

$n=4$ $\qquad$ $n=1$

1. $\frac{1}{4}$
2. $\frac{1}{3}$
3. 3
4. 4

$\frac{v_4}{v_1} = \frac{v_1/4}{v_1} = \frac{1}{4}$ #

$v_n = \frac{v_1}{n}$

7) จากโครงสร้างของอะตอมไฮโดรเจนตามทฤษฎีของโบร์ อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงโคจรที่ 3 จะมีรัศมีของวงโคจรเป็นกี่เท่า ของอิเล็กตรอนที่อยู่ในวงโคจรที่ 2

1. $\frac{4}{9}$
2. $\frac{2}{3}$
3. $\frac{3}{2}$
4. $\frac{9}{4}$

$\frac{r_3}{r_2} = \frac{a_0(3)^2}{a_0(2)^2} = \frac{9}{4}$ #

$r_n = a_0 n^2$

8) สำหรับอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจนตามทฤษฎีของโบร์ ค่าพลังงานจลน์เป็นกี่เท่าของพลังงานศักย์ไฟฟ้า

1. 1
2. 2
3. $\frac{1}{2}$
4. $\frac{1}{4}$

$|E_p| = 2E_k$ ดังนั้น $E_k = \frac{1}{2}|E_p|$

สรุป $|E_T| = E_k$, $E_p = 2E_T$

9) สมการใดต่อไปนี้ ไม่ได้ใช้ในการคำนวณหารัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอนของอะตอมไฮโดรเจนตามแบบจำลองของโบร์ (PAT 2 Mar' 55)

1. $F = \frac{mv^2}{r}$
2. $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$
3. $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$
4. $mvr = n\hbar$

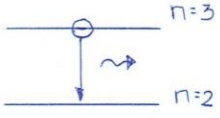
10) ตามทฤษฎีอะตอมของโบร์ เมื่ออิเล็กตรอนของอะตอมไฮโดรเจน เปลี่ยนสถานะจาก $n = 5$ ไปยัง $n = 3$ รัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปกี่เท่าของรัศมีโบร์ (PSU-Quota' 56)

1. 2
2. 4
3. 9
4. 16

$\Delta r = r_5 - r_3$
$= a_0(5)^2 - a_0(3)^2$
$= 16a_0$

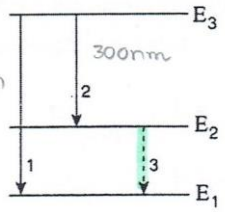
11) อิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจนเปลี่ยนระดับพลังงานจากชั้น n = 3 ไปชั้น n = 2 จะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีพลังงานกี่อิเล็กตรอนโวลต์ (PAT 2 Oct' 54)

1. 1.4
2. 1.7
3. 1.9
4. 2.3



$\Delta E = |E_3 - E_2|$
$= |-1.51 - (-3.4)|$
$= 1.9$ eV #

12) ในรูป แสดงแผนภาพของระดับพลังงานของอะตอมหนึ่ง พบว่าอะตอมจะแผ่รังสีที่มีความยาวคลื่น 200 นาโนเมตร และ 300 นาโนเมตร เมื่อมีการเปลี่ยนระดับพลังงานตามเส้นทาง 1 และ 2 ตามลำดับ ถ้ามีการเปลี่ยนระดับพลังงานตามเส้นทาง 3 (เส้นประ) อะตอมนี้จะแผ่รังสีที่มีความยาวคลื่นเท่าใดออกมา (Ent Oct'46)



$\Delta E_3 = \Delta E_1 - \Delta E_2$

$\frac{1240}{\lambda_3} = \frac{1240}{200} - \frac{1240}{300}$

$\frac{1}{\lambda_3} = \frac{100}{200 \cdot 300}$ $\rightarrow \lambda_3 = 600$ nm #

1. 100 nm
2. 400 nm
3. 500 nm
4. 600 nm

13) อะตอมไฮโดรเจนตามแบบจำลองอะตอมของโบร์ มีการเปลี่ยนระดับพลังงานจากชั้น n = 3 ไปยังชั้น n = 1 พลังงานศักย์ไฟฟ้า (ไม่ใช่พลังงานทั้งหมด) ของอะตอมนี้เปลี่ยนไปเท่าใด (7 วิชาสามัญ, กสพท : Jan' 55)

$E_P = 2E_T$

$\Delta E_P = 2(E_3 - E_1)$

$= 2\left[-1.51 - (-13.6)\right]$

$= 24.18$ eV

1. เพิ่มขึ้น 12.1 eV
2. เพิ่มขึ้น 24.2 eV
3. ลดลง 1.5 eV
4. ลดลง 12.1 eV
5. ลดลง 24.2 eV

14) จากตัวเลือกต่อไปนี้

ก. โฟโตอิเล็กตรอนจะเกิดขึ้นเมื่อแสงมีความถี่สูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม ✓

ข. โฟโตอิเล็กตรอนจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อแสงมีความเข้มมากขึ้น ✓

ค. โฟโตอิเล็กตรอนจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อแสงมีความถี่สูงขึ้น ✗

ง. พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนขึ้นกับความเข้มแสง ✗

มีกี่ข้อที่เป็นผลจากปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก (PAT 2 Mar' 55)

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

15) ในการทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ใช้แสงความถี่ 7.0×10^{14} เฮิรตซ์ ตกกระทบผิวโลหะที่มีค่าฟังก์ชันงานเท่ากับ 2.3 อิเล็กตรอนโวลต์ จงหาความต่างศักย์หยุดยั้งของโฟโตอิเล็กตรอนนี้ (Ent Oct'46)

1. 0.6 V
2. 2.3 V
3. 2.9 V
4. 5.2 V

$f=7\times10^{14}$ Hz

$e \rightarrow E_{k,max}$

$E_{k,max} = hf-W$

$eV_s = hf-W$

$V_s = \frac{hf}{e} - \frac{W}{e}$ (หน่วย W_{eV})

$= \frac{6.6\times10^{-34}(7\times10^{14})}{1.6\times10^{-19}} - 2.3$

$V_s = 0.6V$ #

16) เมื่อแสงความถี่ 8.0×10^{14} เฮิรตซ์ ตกกระทบผิวโลหะชนิดหนึ่ง พบว่า ความต่างศักย์หยุดยั้งเท่ากับ 1.1 โวลต์ ความถี่ขีดเริ่มของแสงสำหรับผิวโลหะนี้เป็นเท่าใด (Ent Mar'48)

1. 2.7×10^{14} Hz
2. 5.3×10^{14} Hz
3. 6.6×10^{14} Hz
4. 10.7×10^{14} Hz

$f=8\times10^{14}$ Hz

$e \rightarrow V_s = 1.1V$

$E_{k,max} = hf-W$

$eV_s = hf-hf_o$

$hf_o = hf-eV_s$

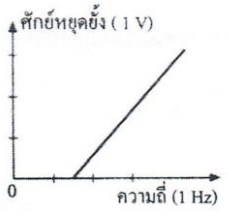
$f_o = f-\frac{eV_s}{h}$

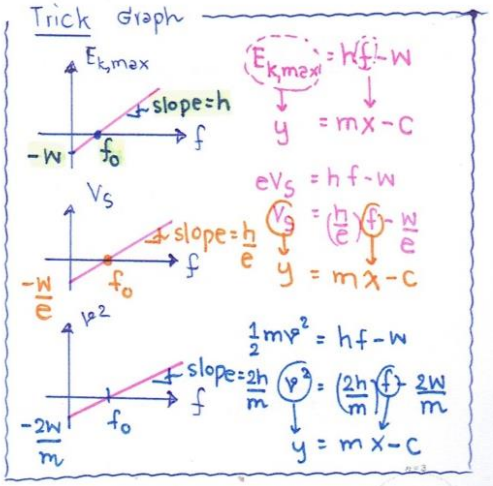
$f_o = 8\times10^{14} - \frac{1.6\times10^{-19}(1.1)}{6.6\times10^{-34}}$

$f_o = 5.3\times10^{14}$ Hz #

17) ความชันของกราฟนี้จากการทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกเป็นค่าตามข้อใด (A-NET Mar' 52)

1. ฟังก์ชันงาน ϕ
2. $\frac{\phi}{e}$
3. he
4. $\frac{h}{e}$





18) จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. ปรากฏการณ์คอมป์ตัน สนับสนุนแนวคิด อนุภาคประพฤติตัวเป็นคลื่นได้

ข. การทดลองของฟรังก์และเฮิรตซ์ สนับสนุนแนวคิด ระดับพลังงานของอะตอมมีค่าไม่ต่อเนื่อง

ค. ทฤษฎีอะตอมของโบร์ สนับสนุนแนวคิด คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประพฤติตัวเป็นอนุภาคได้

ข้อใดถูก (PSU-Quota' 54)

1. ข้อ ก. และ ข.
2. ข้อ ก. และ ค.
3. ข้อ ข. และ ค.
4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

19) ความยาวคลื่นเดอบรอยล์ของอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจนที่ระดับพลังงาน $n = 4$ เป็นกี่เท่าของที่ระดับพลังงาน $n = 2$ (PAT 2 Mar' 54)

$2\pi r = n\lambda$

$2\pi a_0 n^2 = n\lambda$

$\lambda = (2\pi a_0)n$

$\frac{\lambda_4}{\lambda_2} = \frac{4}{2} = 2$ #

1. $\frac{1}{2}$
2. 2
3. 4
4. 8

20) แสงความถี่ 7×10^{14} เฮิรตซ์ ตกกระทบโลหะที่มีค่าฟังก์ชันงาน 4.3×10^{-19} จูล อิเล็กตรอนที่หลุดจากผิวจะมีโมเมนตัมสูงสุดเท่าใด (Ent Mar'47)

$E_{k,max} = hf - W$

$= (6.6\times10^{-34})(7\times10^{14}) - 4.3\times10^{-19}$

$= 4.62\times10^{-19} - 4.3\times10^{-19}$

$= 0.32\times10^{-19}$

$P = \sqrt{2mE_k} = \sqrt{2(9.1\times10^{-31})(0.32\times10^{-19})}$

$= 2.41\times10^{-25}$ kg·m/s #

1. $3.2\times10^{-19}\ kg\cdot m\cdot s^{-1}$
2. $1.4\times10^{-20}\ kg\cdot m\cdot s^{-1}$
3. $3.2\times10^{-20}\ kg\cdot m\cdot s^{-1}$
4. $2.4\times10^{-25}\ kg\cdot m\cdot s^{-1}$

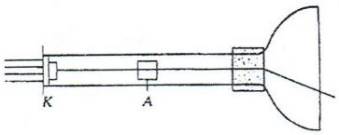
CLEAR ZONE QUANTUM

☑ การทดลองของทอมสัน

1. จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 แอโนดของหลอดวิทยุมีศักย์เป็นบวก 320 โวลต์ เทียบกับแคโทด อิเล็กตรอนที่หลุดออกจากแคโทดจะวิ่งถึงแอโนดนั้นเป็นเท่าใดในหน่วยจูล E_k

1.2 ความเร็วของอิเล็กตรอนที่ถึงแอโนดนั้นเป็นเท่าใดในหน่วยเมตร/วินาที (เลขนัยสำคัญ 2 ตัว)



1.1) $qV = E_k$

$E_k = (1.6\times10^{-19})(320)$

$= 5.12\times10^{-17}$ J #

1.2) $\frac{1}{2}mv^2 = 5.12\times10^{-17}$

$\frac{1}{2}(9.1\times10^{-31})v^2 = 5.12\times10^{-17}$

$v = 1.06\times10^{7}$ m/s #

2. ในการทดลองหาค่าประจุต่อมวลของอิเล็กตรอนโดยใช้หลอด "ตาแมว" ได้จัดค่าความต่างศักย์ระหว่างแคโทดกับแอโนดรูปก้นกระทะเท่ากับ 180 (V_a) โวลต์ ถ้ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดโซเลนอยด์ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก 5×10^{-3} B เทสลา และทราบว่าอิเล็กตรอนมี ประจุไฟฟ้า -1.6×10^{-19} คูลอมบ์ และมีมวล 9×10^{-31} กิโลกรัม จงหาว่า

1. อัตราเร็วของอิเล็กตรอนขณะวิ่งถึงแอโนดเป็นเท่าไร
2. ขณะถึงแอโนดอิเล็กตรอนวิ่งด้วยรัศมีความโค้งเท่าไร

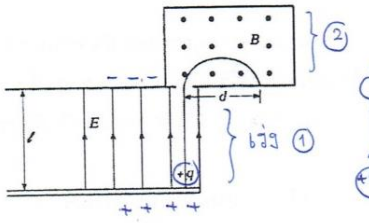
1) $qV_a = \frac{1}{2}mv^2$

$v = \sqrt{\frac{2qV_a}{m}} = \sqrt{\frac{2(1.6\times10^{-19})180}{9\times10^{-31}}} = 8\times10^{6}$ m/s #

2) $R = \frac{mv}{qB} = \frac{9\times10^{-31}(8\times10^{6})}{1.6\times10^{-19}\times5\times10^{-3}}$

$= 9\times10^{-3}$ m #

3. อนุภาคมวล m และประจุ +q ถูกเร่งให้เคลื่อนที่จากหยุดนิ่ง ในแนวราบด้วยสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ E เป็นระยะทาง ℓ แล้วผ่านเข้า บริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ ในทิศที่ตั้งฉากกับทิศของสนาม อนุภาคไปตกที่ระยะห่างจากจุดที่เข้าไปในสนามแม่เหล็กเป็น ระยะ d ดังรูป จงหามวลของอนุภาคนี้ (ไม่ต้องคิดแรงโน้มถ่วงของโลก) ไม่คิด mg



① : $qV = \frac{1}{2}mv^2$

$qE\ell = \frac{1}{2}mv^2$ — ① $\rightsquigarrow v = \sqrt{\frac{2qE\ell}{m}}$

② : $R = \frac{mv}{qB}$

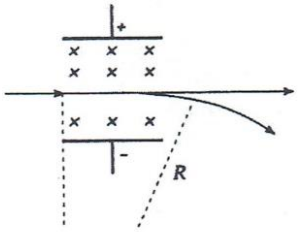
$\frac{d}{2} = \frac{mv}{qB}$

$\frac{d}{2} = \frac{m}{qB}\sqrt{\frac{2qE\ell}{m}} \rightarrow \frac{dqB}{2} = \sqrt{2qE\ell m}$

$\therefore m = \frac{1}{8}\frac{d^2q^2B^2}{E\ell}$ #

4. ในการทดลองหลอดรังสีแคโทดหากมีสนามแม่เหล็ก B มีค่า 0.25×10^{-3} เทสลา ทำให้รังสีแบนลงดังรูป ด้วยรัศมีความโค้ง R ถ้าผ่านกระแสไฟฟ้าเพื่อให้เกิดสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะ 4.5×10^{3} โวลต์/เมตร ทำให้รังสีแคโทดพุ่งเป็นเส้นตรงไม่เบี่ยงเบน ให้ ระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะเท่ากับ 1 เซนติเมตร $\frac{e}{m}=1.8\times10^{11}$ คูลอมบ์/กิโลกรัม ค่า R จะมีค่าเท่ากับเท่าใด

1. 0.04 เมตร
2. 0.08 เมตร
3. 0.1 เมตร
4. 0.2 เมตร
5. 0.4 เมตร



$R=\frac{mv}{qB}$ → $qE=qvB$, $v=\frac{E}{B}$

$=\frac{E}{\left(\frac{e}{m}\right)B^2}$

$=\frac{4.5\times10^{3}}{(1.8\times10^{11})(0.25\times10^{-3})^2}$

$\therefore R=0.4\ m$ #

5. ในการทดลองหลอดตาแมว พบว่าความเร็วของอนุภาครังสีแคโทดมีค่าเท่ากับ 9×10^{7} เมตร/วินาที เมื่อนำขดลวดโซเลนอยด์ที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก 0.1 เทสลา ครอบลงบนหลอดตาแมว จงหาว่า รังสีแคโทดจะวิ่งเป็นเส้นโค้งด้วยรัศมีเท่าไร (กำหนดค่า $\frac{e}{m}$ ของอนุภาครังสีแคโทด = 1.8×10^{11} c/kg)

1. 0.05 เซนติเมตร
2. 0.5 เซนติเมตร
3. 2.5 เซนติเมตร
4. 5 เซนติเมตร

$R=\frac{mv}{qB}=\frac{v}{\left(\frac{e}{m}\right)B}=\frac{9\times10^{7}}{(1.8\times10^{11})0.1}=5\times10^{-2}\ m=5\ cm$

6. ถ้าสังเกตเห็นว่า รัศมีความโค้งของทางวิ่งของอิเล็กตรอนที่มีประจุ e มวล m ในสนามแม่เหล็ก B ดังที่เห็นในหลอดตาแมวว่ามีค่าเป็น R แสดงว่าอิเล็กตรอนนั้นวิ่งด้วยอัตราเร็วเท่าไร

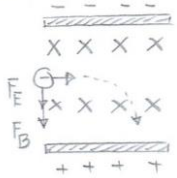
1. $\frac{eB}{mR}$
2. $\frac{eR}{mB}$
3. $\frac{e}{mB^2R^2}$
4. $\frac{eBR}{m}$

$R=\frac{mv}{qB}$

$v=\frac{eBR}{m}$

7. ในการทดลองวัดอัตราส่วนประจุต่อมวลของอิเล็กตรอน โดยวิธีของทอมสันโดยครั้งแรกให้รังสีแคโทดเกิดการเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็ก แต่เมื่อใส่สนามไฟฟ้าเข้าไปเพื่อหักล้างการเบี่ยงเบนของรังสีแคโทด กลับปรากฏว่า รังสีแคโทดกลับเบี่ยงเบนมากยิ่งขึ้น ผู้ทำการทดลองควรจะทำอย่างไร

1. ลดความเข้มของสนามแม่เหล็ก
2. ลดความเข้มของสนามไฟฟ้า
3. เพิ่มความเข้มของสนามไฟฟ้า
4. กลับทิศทางของสนามไฟฟ้า

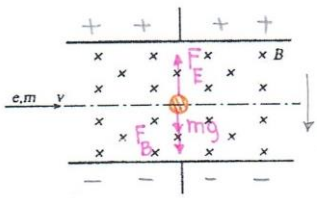


8. ในการทดลองวัดอัตราส่วนประจุต่อมวล $\left(\frac{q}{m}\right)$ ของอนุภาคในรังสีแคโทด โดยวิธีของทอมสันพบว่า เมื่อใช้สนามแม่เหล็กซึ่งมีความเข้ม B รังสีแคโทดจะเบี่ยงเบนไปเป็นทางโค้ง ซึ่งมีรัศมี R ต่อมาเมื่อใส่สนามไฟฟ้าเข้าไป โดยทำให้เกิดความต่างศักย์ V ระหว่างแผ่นโลหะ 2 แผ่น ซึ่งวางห่างกันเป็นระยะ d รังสีแคโทดจะเดินทางเป็นเส้นตรง โดยไม่เกิดการเบี่ยงเบน อัตราส่วนประจุต่อมวลของ อนุภาคในรังสีแคโทดจะมีค่าเท่าใด

1. $\frac{V}{BdR}$
2. $\frac{V}{B^2dR}$
3. $\frac{BdR}{V}$
4. $\frac{B^2dR}{V}$

9. อิเล็กตรอน e มีมวล m วิ่งผ่านเข้าไปในระหว่างแผ่นโลหะ 2 แผ่น ที่มีสนามแม่เหล็ก B และสนามไฟฟ้า E ปรากฏว่าอิเล็กตรอนวิ่งเป็นแนวเส้นตรงด้วยความเร็ว v อยากทราบว่าอิเล็กตรอน e มีค่าเท่าใด

1. $e=\frac{mg}{vB-E}$ สำหรับ E มีทิศพุ่งขึ้น
2. $e=\frac{mg}{E-vB}$ สำหรับ E มีทิศพุ่งลง
3. $e=\frac{mg}{E-vB}$ สำหรับ E มีทิศพุ่งขึ้น
4. $e=\frac{mg}{E+vB}$ สำหรับ E มีทิศพุ่งลง



↑ = ↓

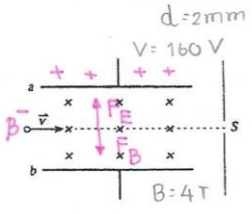
$qE = qvB + mg$

$e(E - vB) = mg$

$e = \frac{mg}{E-vB}$

10. อนุภาคเบตาเคลื่อนที่เข้าไประหว่างแผ่นตัวนำขนาน a และ b ซึ่งวางห่างกัน 2.0 มิลลิเมตร และมีความต่างศักย์ 160 โวลต์ ภายในที่ว่างระหว่างแผ่นตัวนำมีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด 4.0 เทสลา และมีทิศดังรูป ถ้าต้องการให้อนุภาคเบตาทะลุช่องเปิด S พอดี ความเร็วของอนุภาคจะต้องเป็นเท่าใด และแผ่นตัวนำ a จะต้องเป็นขั้วบวกหรือขั้วลบ

1. $2.0\times10^4\ m/s$, ขั้วบวก
2. $8.0\times10^4\ m/s$, ขั้วบวก
3. $4.0\times10^4\ m/s$, ขั้วลบ
4. $1.6\times10^4\ m/s$, ขั้วลบ



d = 2 mm

V = 160 V

$qE = qvB$

$v = \frac{E}{B} = \frac{V}{Bd}$

$= \frac{160}{4(2\times10^{-3})}$

$v = 2\times10^4$ m/s

☑ การทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกน

11. ในการทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกน ปรากฏว่าเมื่อยังไม่ได้ใส่สนามไฟฟ้าเข้าไป หยดน้ำมันตกลงด้วยความเร็วคงที่ค่าหนึ่ง เมื่อใส่สนามไฟฟ้าเข้าไปเพื่อจะให้หยดน้ำมันลอยนิ่งอยู่กับที่กลับปรากฏว่าหยดน้ำมันกลับตกลงด้วยความเร็วสูงกว่าเดิม เหตุผลต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

1. หยดน้ำมันนั้นมีประจุลบ
2. ความเข้มของสนามไฟฟ้าต่ำเกินไป
3. ความเข้มของสนามไฟฟ้าสูงเกินไป
4. ทิศทางของสนามไฟฟ้ากลับกันกับที่ควรจะเป็น

12. ในการทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกนพบว่าถ้าต้องการให้หยดน้ำมัน ซึ่งมีมวล m และอิเล็กตรอนเกาะอยู่ n ตัว ลอยนิ่งอยู่ ระหว่างแผ่นโลหะ 2 แผ่น ซึ่งวางขนานห่างกันเป็นระยะทาง d และมีความต่างศักย์ V ประจุของอิเล็กตรอนที่คำนวณได้จากการทดลองนี้จะมีค่าเท่าใด

1. $\frac{mgd}{nV}$
2. $\frac{mgV}{nd}$
3. $\frac{nmgd}{V}$
4. $\frac{nmgV}{d}$
5. $\frac{nV}{mgd}$

13. ในการทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกน พบว่าต้องการให้หยดน้ำมัน ซึ่งมีมวล 4.8×10^{-15} กิโลกรัม ลอยนิ่งอยู่ระหว่างแผ่นโลหะ 2 แผ่น ซึ่งวางขนานห่างกัน 1.0 เซนติเมตร ต้องใช้ความต่างศักย์ระหว่างแผ่นโลหะ 300 โวลต์ ถ้าอิเล็กตรอนมีประจุ 1.6×10^{-19} คูลอมบ์ และความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกเท่ากับ 10 เมตร/(วินาที)^2 หยดน้ำมันหยดนี้จะมีอิเล็กตรอนเกาะอยู่กี่ตัว

1. 1 ตัว
2. 10 ตัว
3. 100 ตัว
4. 1,000 ตัว

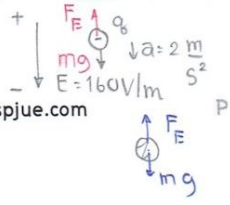
14. ในการทดลองเรื่องหยดน้ำมันของมิลลิแกน ถ้าใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 โวลต์ หยดน้ำมันมีมวล 8×10^{-16} กิโลกรัม ระยะระหว่างแผ่นขั้วโลหะเท่ากับ 0.8 เซนติเมตร ทำให้หยดน้ำมันอยู่นิ่ง หยดน้ำมันได้รับอิเล็กตรอนกี่ตัว

$qE = mg$ | $n = \frac{mgd}{eV} = \frac{8\times10^{-16}(10)0.8\times10^{-2}}{1.6\times10^{-19}\times100}$

$ne\frac{V}{d} = mg$ | $= 4$ ตัว

1. 1 ตัว
2. 2 ตัว
3. 4 ตัว
4. 8 ตัว

15. ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้า 160 โวลต์/เมตร และมีทิศในแนวดิ่งจากบนลงล่าง ปรากฏว่าละอองน้ำหยดหนึ่งซึ่งมีประจุอิสระ -6.4×10^{-18} คูลอมบ์ เคลื่อนที่ลงในแนวดิ่งด้วยความเร่ง 2 เมตร/วินาที^{2} มวลของละอองน้ำนี้มีค่าเท่าใดในหน่วยของ 10^{-18} kg.



$\Sigma F = ma$

$mg - qE = ma$

$qE = m(g-a)$

$m = \frac{6.4\times10^{-18}(160)}{8}$

$m = 128\times10^{-18}$ kg

$= 128\ (10^{-18}\text{kg})$ #

☑ แบบจำลองอะตอม

16. การที่รัทเทอร์ฟอร์ดทำการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง แล้วพบว่าโครงสร้างของอะตอมไม่เป็นไปตามแบบของทอมสัน เนื่องจากรัทเทอร์ฟอร์ด พบว่า

1. อนุภาคแอลฟาเกือบทั้งหมดเบนไปจากแนวเดิมเป็นมุมใด ๆ และบางทีมีการสะท้อนกลับ
2. อนุภาคแอลฟาเบนไปจากแนวเดิมทุกทิศทางเท่า ๆ กัน
3. อนุภาคแอลฟาทั้งหมดวิ่งทะลุผ่านแผ่นทองไปในแนวเกือบเป็นเส้นตรง
4. อนุภาคแอลฟาบางส่วนเบนไปจากแนวเดิมเป็นมุมใด ๆ ทั้งที่ส่วนใหญ่ผ่านไปในแนวตรง

17. ในการทดลองยิงอนุภาคแอลฟาผ่านแผ่นทองบางๆ ของรัทเทอร์ฟอร์ด ข้อใดที่แสดงว่านิวเคลียสของอะตอมมีขนาดเล็ก และมีประจุบวกทั้งหมดรวมกันอยู่

ทำให้ทราบว่า atom ส่วนใหญ่ เป็นช่องว่าง

1. อนุภาคแอลฟาส่วนใหญ่ผ่านไปตรง ๆ
2. อนุภาคแอลฟาบางตัวเบนไปถึง 90 หรือมากกว่า
3. จำนวนอนุภาคแอลฟาที่เบนเป็นมุมโตมีไม่น้อย
4. จำนวนอนุภาคที่ย้อนกลับมีมาก

18. เมื่ออนุภาคแอลฟาวิ่งตรงเข้าสู่นิวเคลียส อนุภาคแอลฟานั้นจะหยุดก็ต่อเมื่ออนุภาคนั้น

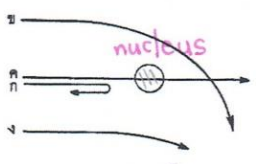
1. มีพลังงานรวมเป็นศูนย์
2. กระทบผิวนิวเคลียส
3. กระทบกับอิเล็กตรอนในชั้นใดชั้นหนึ่ง
4. มีพลังงานศักย์เท่ากับพลังงานจลน์เดิม

19. รังสีแอลฟาเคลื่อนที่เฉียดนิวเคลียสของทองคำ พลังงานจลน์ของรังสีแอลฟา ณ ตำแหน่งที่เข้าใกล้นิวเคลียสของทองคำมากที่สุดมีค่า

1. ศูนย์
2. มากที่สุด
3. เท่าเดิม
4. น้อยที่สุด

20. ถ้ายิงอนุภาคแอลฟาเข้าไปในนิวเคลียสของโลหะ ทางเดินของอนุภาคแอลฟาที่เป็นไปได้ คือ

1. ก. และ ง. เท่านั้น
2. ข. และ ค. เท่านั้น
3. ก., ค. และ ง. เท่านั้น
4. ก., ข., ค., และ ง.



21. อัตราส่วนของแรงทางไฟฟ้าต่อแรงโน้มถ่วงระหว่างโปรตอนและอิเล็กตรอนในไฮโดรเจนมีค่าประมาณเท่าไร (มวลโปรตอน = 1.67×10^{-27} กิโลกรัม)

1. 3×10^{8}
2. 6×10^{21}
3. 4×10^{28}
4. 2×10^{39}

22. อะตอมของไฮโดรเจนตามแบบจำลองของโบร์ อิเล็กตรอนจะโคจรรอบนิวเคลียสที่มีประจุบวกด้วยรัศมี 5×10^{-11} เมตร จงคำนวณหาความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลางว่ามีค่าเท่ากับเท่าไร

1. $6.5\times10^{24}\ m/s^2$
2. $9.0\times10^{24}\ m/s^2$
3. $1.0\times10^{23}\ m/s^2$
4. $2.5\times10^{23}\ m/s^2$

23. อิเล็กตรอนที่สถานะกระตุ้นที่ 3 จะมีความเร็วเป็นกี่เท่าของอิเล็กตรอนที่สถานะพื้นฐาน

$\frac{v_4}{v_1} = \frac{(v_1/4)}{v_1} = \frac{1}{4}$ #

1. $\frac{1}{4}$
2. $\frac{1}{3}$
3. 3
4. 4

24. มิวออนอะตอมเป็นอะตอมที่มีโปรตอนเป็นศูนย์กลางและวนรอบด้วยอนุภาคนิวตรอน ซึ่งมีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันและเท่ากันกับ อิเล็กตรอนแต่มีมวลมากกว่า 206 เท่า ถ้าเปรียบเทียบรัศมีของมิวออนอะตอมกับไฮโดรเจนอะตอม อัตราส่วนของรัศมีมิวออน อะตอม ต่อรัศมีของไฮโดรเจนอะตอมจะมีค่าเท่าไร

1. 1
2. 206
3. $\frac{1}{206}$
4. $\frac{1}{(206)^2}$

25. จากโครงสร้างของอะตอมไฮโดรเจนตามทฤษฎีของโบร์ อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงโคจรที่ 3 จะมีรัศมีของวงโคจรเป็นกี่เท่าของอิเล็กตรอนที่อยู่ในวงโคจรที่ 2

$\frac{r_3}{r_2} = \frac{a_0(9)}{a_0(4)} = \frac{9}{4}$ #

1. $\frac{4}{9}$
2. $\frac{2}{3}$
3. $\frac{3}{2}$
4. $\frac{9}{4}$

26. ในแบบจำลองอะตอมไฮโดรเจนของโบร์ รัศมีวงโคจรของอิเล็กตรอนในสถานะ n = 4 เป็นกี่เท่าของรัศมีวงโคจรในสถานะ n = 1

$\frac{r_4}{r_1} = 16$ #

27. ข้อเป็นจริงสำหรับอะตอมที่มีอิเล็กตรอนตัวเดียว

ก. อะตอมดูดกลืนโฟตอนเมื่อโฟตอนมีพลังงานพอดี ที่ทำให้อะตอมเปลี่ยนระดับชั้นพลังงานหรือทำให้อะตอมแตกตัวเป็นไอออนได้ กรณีแตก $n=1$ ไป $n=\infty$

ข. ขณะที่อะตอมอยู่ในระดับพลังงานชั้นที่ 1 อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส โดยใช้เวลาครบรอบเป็น 4 เท่าของการเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสในสถานะพื้นฐาน

ข้อที่ถูก คือ $T_n = T_1 n^3$

1. ข้อ ก. และ ข. ถูก
2. ข้อ ก. ถูกและ ข. ผิด $\frac{T_2}{T_1} = \frac{T_1(2)^3}{T_1} = 8$
3. ข้อ ก. ผิดและ ข. ถูก
4. ข้อ ก. และ ข. ผิด

28. ให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นวงกลมอยู่ได้รอบโปรตอน พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนจะเป็นกี่เท่าของขนาดของพลังงานศักย์ $|E_p| = 2E_k \rightsquigarrow E_k = \frac{1}{2}|E_p|$

1. 0.25 เท่า
2. 0.5 เท่า
3. 1 เท่า
4. 2 เท่า

29. สำหรับอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจนตามทฤษฎีของโบร์ ค่าพลังงานจลน์เป็นกี่เท่าของพลังงานศักย์ไฟฟ้า

1. 1
2. 2
3. $\frac{1}{2}$
4. $\frac{1}{4}$

30. ระดับพลังงาน E_n ของอะตอมไฮโดรเจนมีค่าเป็นลบ และเป็นปฏิภาคโดยตรงกับ $\frac{1}{n^2}$ อยากทราบว่าค่า n ต้องมีค่าตั้งแต่เท่าไรขึ้น ไป จึงจะทำให้พลังงานระดับสูงขึ้นไปอันถัดไปจาก E_n นั้นอยู่ห่างขึ้นไปไม่มากกว่า $\frac{1}{3}$ เท่าของขนาดของ E_n

31. พลังงานต่ำสุดของอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจนคือ –13.6 อิเล็กตรอนโวลต์ ถ้าอิเล็กตรอนเปลี่ยนสถานะจาก n = 3 ไปสู่สถานะ n = 2 จะให้แสงที่มีพลังงานควอนตัมเท่าใด

1. 1.51 eV
2. 1.89 eV
3. 3.40 eV
4. 4.91 eV

$\Delta E = |E_3 - E_2|$
$= |-1.51 - (-3.4)|$
$= 1.89$ eV

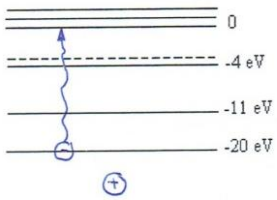
32. สมมุติว่า แผนภาพแสดงระดับพลังงานของอะตอมชนิดหนึ่งเป็นดังรูป ให้หาค่าความยาวคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่จะทำให้ อะตอมในสถานะพื้นฐานแตกตัวเป็นไอออนได้พอดี

$|E| = |E_1| = \frac{1240}{\lambda}$

$20 = \frac{1240}{\lambda}$

$\lambda = 62$ nm #

1. 62 nm.
2. 100 nm.
3. 210 nm.
4. 310 nm.



33. อิเล็กตรอนอนุภาคหนึ่งมีพลังงานจลน์เท่ากับ 4 อิเล็กตรอนโวลต์ ถูกจับไว้ด้วยโมเลกุลที่เป็นไอออน ถ้าอิเล็กตรอนหลังถูกจับอยู่ใน ระดับพลังงาน –4 อิเล็กตรอนโวลต์ ในกระบวนการนี้จะมีรังสีความยาวคลื่นเท่าใดปล่อยออกมา (ให้ตอบเป็นจำนวนเต็มของนาโนเมตร)

$E_i = 4$ eV

$E_f = -4$ eV

$\Delta E = \frac{1240}{\lambda_{nm}} \rightarrow \lambda_{nm} = \frac{1240}{8} = 155$ nm #

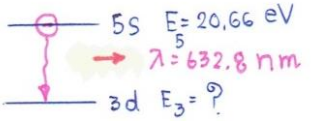
34. ในแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ ฮีเลียม – นีออน ถ้าอะตอมนีออนเปลี่ยนสถานะจากชั้น 5s ซึ่งมีระดับพลังงาน 20.66 eV ลงมายังชั้น 3d พร้อมๆ กับคายโฟตอนที่มีความยาวคลื่น 632.8 นาโนเมตร ระดับพลังงานของอะตอมนีออนในชั้น 3d มีค่าประมาณเท่าไร (โดยที่ระดับพลังงานในชั้นต่างๆ คิดเปรียบเทียบจากระดับพลังงานในชั้นต่ำสุด)

$|E_5 - E_3| = \frac{1240}{\lambda}$

$|20.66 - E_3| = \frac{1240}{632.8}$

$E_3 = 18.7$ eV #

1. 15.8 eV
2. 16.6 eV
3. 17.6 eV
4. 18.7 eV



35. จงหาอัตราส่วนระหว่างความยาวคลื่นที่มากที่สุด ต่อความยาวคลื่นถัดไปของแสงในอนุกรมบัลเมอร์ของอะตอมไฮโดรเจน

ข้อสอบ ป.ท

ใช้สมการ Rydberg

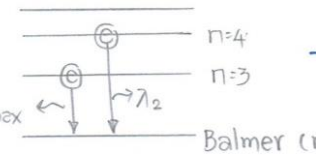
$\frac{1}{\lambda_{max}} = R_H\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right]$

$\frac{1}{\lambda_2} = R_H\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right]$

$\frac{\lambda_2}{\lambda_{max}} = \frac{20}{27}$

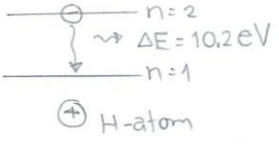
$\therefore \frac{\lambda_{max}}{\lambda_2} = \frac{27}{20}$ #

1. $\frac{27}{20}$
2. $\frac{3}{2}$
3. $\frac{13}{7}$
4. $\frac{9}{5}$



36. ตามทฤษฎีอะตอมของโบร์ ระดับพลังงานของอะตอมไฮโดรเจนต่ำสุดเท่ากับ –13.6 อิเล็กตรอนโวลต์ ถ้าอะตอมไฮโดรเจนถูกกระตุ้นไปอยู่ที่ระดับพลังงานสูงขึ้นและกลับสู่สถานะพื้นที่มีพลังงานต่ำสุด โดยการปล่อยโฟตอนออกมาด้วยพลังงาน 10.20 อิเล็กตรอนโวลต์ แสดงว่าอะตอมไฮโดรเจนถูกกระตุ้นไปที่ระดับพลังงานที่ n เท่ากับเท่าใด

1. 2
2. 4
3. 8
4. 16



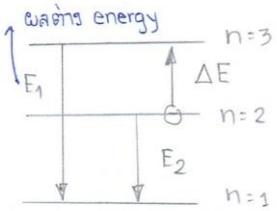
37. อะตอมไฮโดรเจนเปลี่ยนระดับพลังงานจาก n = 2 ไป n = 1 ความยาวคลื่นแสงที่ปล่อยออกมาเป็นกี่เท่าของในกรณีที่เปลี่ยนระดับพลังงานจาก n = 4 ถึง n = 2

1. $\frac{1}{4}$ เท่า
2. $\frac{1}{2}$ เท่า
3. 2 เท่า
4. 4 เท่า

Trick $\frac{\frac{1}{\lambda_1}}{\frac{1}{\lambda_2}} = \frac{R_H\left[\frac{1}{1^2}-\frac{1}{2^2}\right]}{R_H\left[\frac{1}{2^2}-\frac{1}{4^2}\right]} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 4 \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{1}{4}$ #

38. อะตอมไฮโดรเจน เมื่อเปลี่ยนระดับพลังงานจากสถานะ n = 3 สู่สถานะพื้นจะให้โฟตอนมีพลังงาน 19.34×10^{-19} จูล และเมื่อ เปลี่ยนสถานะจาก n = 2 สู่สถานะพื้นจะให้โฟตอนพลังงาน 16.33×10^{-19} จูล ถ้าต้องการกระตุ้นให้อะตอมไฮโดรเจนให้เปลี่ยนระดับพลังงานจากสถานะ n = 2 ไปยังสถานะ n = 3 จะต้องใช้แสงความถี่เท่าใด

1. 4.5×10^{14} Hz
2. 5.4×10^{14} Hz
3. 3.0×10^{15} Hz
4. 5.4×10^{15} Hz



$\Delta E = E_1 - E_2$

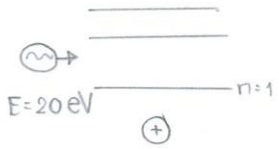
$hf = (19.34-16.33)\times10^{-19}$

$6.6\times10^{-34} f = 3.01\times10^{-19}$

$f = 4.5\times10^{14}$ Hz #

39. ไฮโดรเจนที่สถานะพื้นฐาน (ground state) ดูดกลืนโฟตอนซึ่งมีพลังงาน 20 อิเล็กตรอนโวลต์ แล้วแตกตัวเป็นไอออนอิเล็กตรอนที่ หลุดออกมาจะมีพลังงานจลน์เป็นกี่อิเล็กตรอนโวลต์

1. 0
2. 6.4
3. 13.6
4. 20

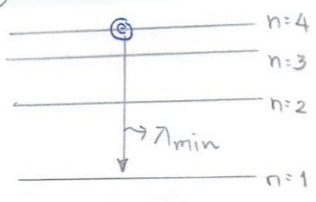


$E_k = 20 - 13.6$

$= 6.4$ eV (IE มี E_k เหลือวิ่ง) #

40. ในการกระตุ้นให้อะตอมของไฮโดรเจนที่ระดับพลังงานต่ำสุด (−13.6 eV) ไปอยู่ที่ระดับพลังงาน n = 4 สเปกตรัมเส้นที่มีความยาว คลื่นสั้นที่สุดจะมีพลังงานเท่าไร

1. 0.66 eV
2. 0.85 eV
3. 10.20 eV
4. 12.75 eV



$\lambda_{min} \rightarrow \Delta E_{max}$; n=4→n=1

$\Delta E_{max} = |E_4 - E_1|$

$= |-0.85-(-13.6)|$

$= 12.75$ eV #

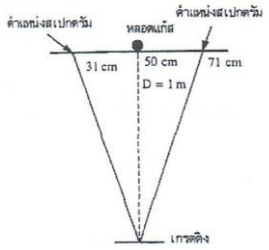
41. ไฮโดรเจนที่สถานะพื้นฐาน (ground state) ดูดกลืนโฟตอนซึ่งมีพลังงาน 20 eV แล้วแตกตัวเป็นอิออนอิเล็กตรอนที่หลุดออกมามีพลังงานจลน์เท่าใด

1. 0 eV
2. 6.4 eV
3. 13.6 eV
4. 20 eV

☑ สเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจน

42. ในการศึกษาสเปกตรัมของแก๊สร้อนได้จัดเครื่องมือดังรูป โดยหลอดแก๊สอยู่ตรงตำแหน่ง 50 เซนติเมตรของไม้เมตร สเปกตรัมของแสงสีหนึ่ง ปรากฏที่ตำแหน่ง 31 และ 71 เซนติเมตรของไม้เมตร เกรตติงอยู่ห่างจากกึ่งกลางของไม้เมตรเป็นระยะ 1 เมตร ถ้าเกรตติงมี 4,000 เส้น/เซนติเมตร จงหาความยาวคลื่นของแสงนี้

1. 300 nm
2. 400 nm
3. 500 nm
4. 600 nm

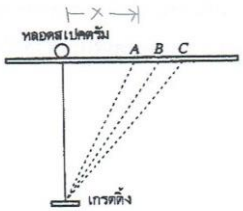


43. จากการทดลองเพื่อศึกษาสเปกตรัมของก๊าซไฮโดรเจน โดยใช้เกรตติงซึ่งมีจำนวนช่อง/เซนติเมตร เท่ากับ 4500 ดังรูป พบว่าเมื่อระยะ D เท่ากับ 1 เมตร จะมีแถบสว่างสีเดียวกันบนไม้เมตร ห่างจากจุด O ทั้งทางด้านซ้ายและด้านขวาเท่ากัน คือ 0.3 เมตร จงหาว่าแถบสว่างนั้นมีความยาวคลื่นประมาณเท่าไร

1. 464 nm.
2. 565 nm.
3. 632 nm.
4. 667 nm.

44. ในการทดลองเกี่ยวกับสเปกตรัมของไฮโดรเจน โดยมองผ่านเกรตติงมีเส้นสเปกตรัม 3 เส้นที่มองเห็นได้ มีความยาวคลื่น 434, 486 และ 656 นาโนเมตร สเปกตรัมที่ถูกต้อง ต้องอยู่ที่ตำแหน่งตามข้อใด

1. A 656, B 486
2. A 656, B 486
3. B 486, C 656
4. A 656, C 434



$\frac{dx}{D} = n\lambda$

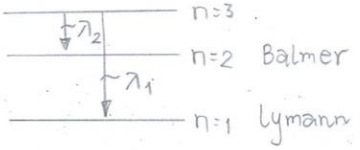
$x \propto \lambda$

45. เมื่ออิเล็กตรอนของไฮโดรเจนเปลี่ยนระดับพลังงาน n = 4 เป็นระดับพลังงาน n = 2 จะให้แสงสีน้ำเงิน ถ้าอิเล็กตรอนเปลี่ยน พลังงานจาก n = 5 ไปยัง n = 2 จะได้แสงสีใด

E มากขึ้น

1. ม่วง
2. เขียว
3. เหลือง
4. แดง

46. ในช่วงระดับพลังงานต่ำสุดสามระดับแรกของอะตอมไฮโดรเจน คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตรวจพบจะอยู่ในชุดความถี่ที่เรียกว่า



1. ชุดไลมานและชุดบัลเมอร์
2. ชุดไลมานและชุดพาสเชน
3. ชุดบัลเมอร์และชุดพาสเชน
4. ชุดไลมาน ชุดบัลเมอร์ และชุดพาสเชน

47. ในการกระตุ้นให้อะตอมของไฮโดรเจนที่มีระดับพลังงานต่ำสุด (−13.6 eV) ไปอยู่ที่ระดับพลังงาน n = 4 สเปกตรัมเส้นที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุดจะมีพลังงานเท่าไร

1. 0.66 eV
2. 0.85 eV
3. 10.20 eV
4. 12.75 eV

48. สเปกตรัมเส้นสว่างของอะตอมไฮโดรเจน เส้นสว่างลำดับแรกที่เราเห็นชัดเจนมีความยาวคลื่นมากที่สุดคือ 656 นาโนเมตรในอนุกรมของบัลเมอร์ เส้นสว่างลำดับที่สองจะมีความยาวคลื่นประมาณเท่าไร
(ตอบเป็นจำนวนเต็มในหน่วย nm)

49. ในอนุกรมบัลเมอร์เส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจนเส้นแรกคือ 657 นาโนเมตร อยากทราบว่าโฟตอนที่จะทำให้อิเล็กตรอนของอะตอมไฮโดรเจนจากสถานะ n = 2 หลุดออกจากอะตอมได้พอดีมีค่าความยาวคลื่นกี่นาโนเมตร

$n=2 \rightsquigarrow E=-3.4\ eV \quad \therefore IE_{n=2} = |-3.4| = 3.4 = \frac{1240}{\lambda} \rightsquigarrow \lambda = 365\ nm$ #

50. ความยาวคลื่นของเส้นสเปกตรัมของอะตอมไฮโดรเจนเส้นแรก (ที่มีความยาวคลื่นมากที่สุด) ในอนุกรมบัลเมอร์คือ 656 นาโนเมตร โฟตอนที่สามารถทำให้อะตอมไฮโดรเจนจากสถานะพื้นฐานแตกตัวเป็นไอออนได้พอดีควรจะต้องมีความยาวคลื่นเท่าไร

$\Delta E = \frac{1240}{\lambda_{nm}}$

$\lambda_{nm} = \frac{1240}{|-13.6|} = 91.18\ nm$ #

1. 151 นาโนเมตร
2. 121 นาโนเมตร
3. 91 นาโนเมตร
4. 71 นาโนเมตร

☑ การชนระหว่างอิเล็กตรอนกับอะตอม

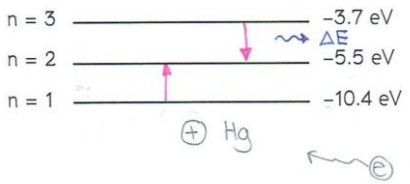
51. การทดลองของฟรังก์และเฮิรตซ์แสดงว่า

1. นิวเคลียสประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน
2. อะตอมมีนิวเคลียสเป็นแกนกลาง
3. อิเล็กตรอนมีคุณสมบัติแบบคลื่น
4. อะตอมมีพลังงานเป็นชั้น ๆ

52. ระดับพลังงาน 3 ระดับเริ่มจากต่ำสุดของอะตอมปรอท คือ –10.4 eV, –5.5 eV และ –3.7 eV

ก. อิเล็กตรอนจะต้องมีพลังงานอย่างน้อยที่สุดเท่าใด จึงจะเริ่มชนกับอะตอมปรอทแบบถ่ายเทพลังงานได้

ข. ถ้าอะตอมปรอทจะเปลี่ยนจากระดับ –3.7 eV ไปสู่ระดับ –5.5 eV จะต้องดูดกลืนหรือปลดปล่อยแสงซึ่งมีพลังงานเท่าใด



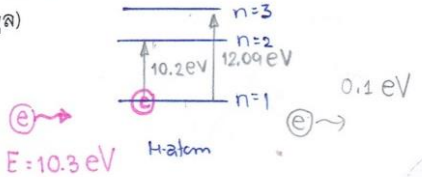
53. การทดลองของฟรังก์และเฮิรตซ์ ให้ผลสรุปที่สำคัญข้อใด

1. อิเล็กตรอนชนกับอะตอมแบบยืดหยุ่นเป็นส่วนใหญ่
2. อิเล็กตรอนชนกับอะตอมแบบไม่ยืดหยุ่น
3. อะตอมมีระดับพลังงานเป็นขั้นๆ
4. กระแสไฟฟ้าผ่านก๊าซที่ความดันต่ำได้

54. ตามการทดลองของฟรังก์และเฮิรตซ์ ข้อสรุปใดไม่จริง

1. อิเล็กตรอนที่มีพลังงานน้อยกว่า 4.9 eV จะมีการชนแบบยืดหยุ่นกับอะตอมไอปรอท
2. อิเล็กตรอนที่มีพลังงานมากกว่า 4.9 eV จะสูญเสียพลังงานส่วนหนึ่งให้กับอะตอมของไอปรอท
3. อะตอมของไอปรอทมีค่าพลังงานระดับพื้นเท่ากับ 4.9 eV
4. อะตอมของไอปรอทมีค่าพลังงานเป็นชั้น ๆ ไม่ต่อเนื่อง

55. ในการทดลองของฟรังก์และเฮิรตซ์ ถ้าใช้ก๊าซไฮโดรเจนแทนไอปรอท และใช้ความต่างศักย์เร่งอิเล็กตรอนเท่ากับ 10.3 โวลต์ ก๊าซไฮโดรเจนจะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้มากที่สุดกี่ความถี่ (ถ้ากำหนดให้สถานะพื้นของอะตอมไฮโดรเจนมีพลังงาน –13.6 อิเล็กตรอนโวลต์ หรือ -21.76×10^{-19} จูล)



1. 1 ความถี่
2. 2 ความถี่
3. 3 ความถี่
4. 4 ความถี่

56. อิเล็กตรอนตัวหนึ่งถูกเร่งด้วยความต่างศักย์ 13.2 โวลต์ เข้าชนกับอะตอมไฮโดรเจนที่อยู่ในสถานะพื้นการชนครั้งนี้จะสามารถทำให้อะตอมไฮโดรเจนอยู่ในระดับพลังงานสูงสุดในระดับ n เท่าใด
(พลังงานสถานะพื้นของไฮโดรเจน = −13.6 eV)

1. n = 7 2. n = 6 3. n = 5 4. n = 4

57. ในการทดลองของฟรังก์และเฮิรตซ์ ถ้าเราใช้หลอดที่บรรจุไฮโดรเจนแทนหลอดที่บรรจุไอปรอท จะต้องใช้ศักย์ไฟฟ้าอย่างน้อยที่สุดเท่าไร ในการเร่งอิเล็กตรอนเพื่อให้เกิดการชนแบบไม่ยืดหยุ่นกับอะตอมของไฮโดรเจน ทั้งนี้กำหนดระดับพลังงานในหน่วยอิเล็กตรอนโวลต์ ของอิเล็กตรอนในอะตอมไฮโดรเจนเรียงจากวงในสุดเป็น −13.59, −3.40, −1.51, ..., 0 ตามลำดับ

1. 0.54 โวลต์ 2. 0.85 โวลต์ 3. 1.51 โวลต์ 4. 10.19 โวลต์

58. เมื่อยิงอิเล็กตรอนเข้าไปชนอะตอมของไฮโดรเจน วัดค่าศักย์กระตุ้น (Excitation Potential) ได้ 10.21 โวลต์ และ 12.10 โวลต์ ถ้าระดับพลังงานต่ำสุดของไฮโดรเจนคือ −13.6 อิเล็กตรอนโวลต์ ระดับพลังงานกระตุ้นของไฮโดรเจน (Excited state) จะมีค่าเป็นเท่าไรบ้าง

↳ เปลี่ยนเป็น EE

59. จากการทดลองของฟรังก์และเฮิรตซ์ พบว่าศักย์กระตุ้น (Excitation Potential) ของอะตอมของไอปรอทมีค่าเป็น 4.9, 6.7, 10.4, ... โวลต์ ถ้าให้อิเล็กตรอนที่อยู่ในสถานะถูกกระตุ้นในระดับที่สอง (Second excited State) ลดลงมาสู่สถานะถูกกระตุ้นระดับแรก (First excited state) โฟตอนที่ถูกปล่อยออกมา จะมีพลังงานกี่อิเล็กตรอนโวลต์

1. 1.8 2. 3.7 3. 4.9 4. 6.7

ΔE = 6.7 − 4.9 = 1.8 eV

60. จากกราฟแสดงผลการทดลองเรื่องการชนระหว่างอิเล็กตรอนกับอะตอมของก๊าซ ตามรูป สรุปได้ว่า

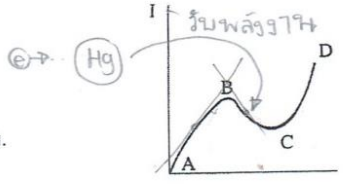
ก. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในหลอดก๊าซมีพาหะนำไฟฟ้าคือ อิเล็กตรอนและไอออนของก๊าซ

ข. อะตอมของก๊าซมีอิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียสเป็นวงกลมเมื่อ V เพิ่มขึ้น ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมากระแสจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ค. ความต้านทานของหลอดก๊าซเป็นลบบางช่วง แสดงถึงอะตอมของก๊าซจะรับพลังงานจากอิเล็กตรอนเฉพาะบางค่า เท่านั้น

ง. ในช่วง A – B อะตอมของก๊าซอยู่ในสภาวะถูกกระตุ้น แต่ในช่วง C – D อะตอมของก๊าซอยู่ในสภาวะแตกตัวเป็นไอออน

ข้อสรุปที่ถูกคือ



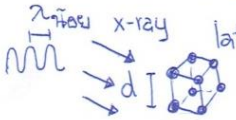
V = IR

$\frac{1}{R} = \frac{I}{V}$ = slope

1. ก., ข. และ ค. 2. ก. และ ค.

3. ค. เท่านั้น

4. คำตอบเป็นอย่างอื่น



XRD
x-ray diffraction

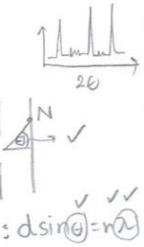
$d \approx \lambda$ เลี้ยวเบน the best

☑ รังสีเอกซ์ (X – Rays)

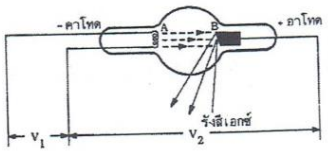
61. รังสีเอกซ์เมื่อถูกยิงผ่านก้อนผลึก ซึ่งอะตอมมีการจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ ทำให้เกิดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ขึ้นอย่างมีระเบียบ และนำมาถึงการคำนวณหาระยะระหว่างอะตอมได้ ทั้งนี้เนื่องจาก

$\lambda_{min} = \frac{1240}{V}$

1. รังสีเอกซ์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงในช่วง $10^{16} - 10^{22}$ เฮิรตซ์ จึงมีพลังงานสูงพอทำให้เกิดการเลี้ยวเบน
2. รังสีเอกซ์มีความยาวคลื่นประมาณ 10^{-10} เมตร ซึ่งใกล้เคียงกับขนาดระยะห่างระหว่างแถวอะตอมในผลึก
3. รังสีเอกซ์ถูกสร้างขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วของอิเล็กตรอน เมื่อผ่านอะตอมของเป้าโลหะ
4. รังสีเอกซ์สามารถเคลื่อนที่ทะลุผ่านสิ่งกีดขวางไม่ว่าจะหนาหรือบางได้



62. ในการให้กำเนิดของรังสีเอกซ์จากรูป ถ้ารักษาความต่างศักย์ V_2 ให้คงที่แล้วเพิ่มความต่างศักย์ V_1 ขึ้นเล็กน้อย จะมีผลทำให้



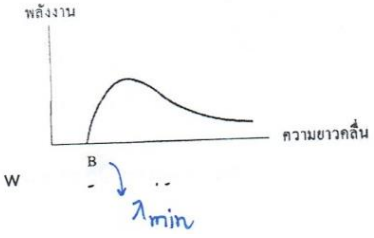
1. กระแสไหลผ่านไส้หลอดมากขึ้น, จำนวนอิเล็กตรอนวิ่งชนเป้าโลหะ B มากขึ้น, พลังงานสูงสุดของรังสีเอกซ์เพิ่มขึ้น
2. เป้าโลหะ B ร้อนขึ้น, $\lambda_{ต่ำสุด}$ ของรังสีเอกซ์ลดลง, ความเข้มของรังสีเอกซ์คงเดิม
3. จำนวนอิเล็กตรอนวิ่งชนเป้าโลหะ B น้อยลง, ความเข้มของรังสีเอกซ์น้อยลง, $\lambda_{ต่ำสุด}$ ของรังสีเอกซ์เพิ่มขึ้น
4. ความเข้มของรังสีเอกซ์เพิ่มขึ้น, เป้าโลหะ B ร้อนขึ้น, $\lambda_{ต่ำสุด}$ ของรังสีเอกซ์คงเดิม

63. หลอดรังสีเอกซ์หลอดหนึ่ง มีความต่างศักย์ระหว่างขั้วแอโนดและแคโทด 11,000 โวลต์ จงหาว่ารังสีเอกซ์ที่ผลิตได้จะมีความยาวคลื่นสั้นที่สุดเท่าไร

$\lambda_{min} = \frac{1240}{11000} = 0.11 \text{ nm}$ #

64. เมื่อเร่งอิเล็กตรอนให้ชนกับเป้าโลหะของหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์โดยใช้ความต่างศักย์ 30 กิโลโวลต์ แล้วเขียนกราฟ 3 ความสัมพันธ์ของพลังงานกับความยาวคลื่นของรังสีเอกซ์ที่เกิดขึ้นจะได้กราฟดังรูป จงหาว่าที่จุด B มีค่าความยาวคลื่นเท่าใด

$\lambda_{min} = \frac{1240}{30 \times 10^3} = 0.0413 \text{nm}$ #



☑ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

65. ข้อใดบ้างที่สนับสนุนว่าแสงแสดงสมบัติเป็นอนุภาค

ก. สเปกตรัมของไฮโดรเจน ×
ข. ปรากฏการณ์คอมพ์ตัน ✓
ค. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ✓
ง. การทดลองของฟรังก์และเฮิรตซ์ ×

1. ก. และ ข.
2. ข. และ ค.
3. ค. และ ง.
4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

66. จากการทดลองเพื่อศึกษาปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ข้อสรุปต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง

ก. พลังงานสูงสุดของอิเล็กตรอนขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงเท่านั้น × ขึ้นกับ f
ข. สำหรับแสงที่มีความถี่สูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม จำนวนโฟโตอิเล็กตรอนจะเพิ่มมากขึ้นเป็นปฏิภาคกับความถี่ที่เพิ่มขึ้น × จ.น. photo e⁻ ขึ้นกับ ความเข้มแสง
ค. เนื่องจากแสงมีสมบัติเป็นคลื่น เมื่อมีความเข้มสูงก็จะมีพลังงานมาก ทำให้โฟโตอิเล็กตรอนมีพลังงานมากด้วย × พลังงานขึ้นกับ f
ง. เมื่อแสงที่ตกกระทบโลหะมีความถี่สูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม จะเกิดโฟโตอิเล็กตรอนขึ้น ✓

คำตอบที่ถูกคือ

1. ข้อ ก. และ ค.
2. ข้อ ข. และ ง.
3. ข้อ ง. เท่านั้น
4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

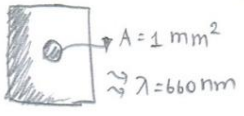
67. นัยน์ตามนุษย์สามารถรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพลังงาน 10^{-18} จูลได้ ถ้าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่พลังงานนี้มีความยาวคลื่น 6×10^{-7} เมตร โฟตอนที่นัยน์ตารับได้มีจำนวนกี่ตัว

$E = n\frac{hc}{\lambda} \rightarrow 10^{-18} = \frac{n(6.6\times10^{-34})(3\times10^{8})}{6\times10^{-7}} \rightarrow n = 3$

1. 1 โฟตอน
2. 2 โฟตอน
3. 3 โฟตอน
4. 4 โฟตอน

68. วัตถุทึบแสงมีลักษณะภายในกลวงพร้อมทั้งบรรจุด้วยแก๊สชนิดหนึ่ง และวัตถุนี้มีช่องขนาด 1 ตารางมิลลิเมตร อยู่ 1 ช่อง สมมุติว่าเมื่อทำให้วัตถุร้อนขึ้นจนกระทั่งถึงอุณหภูมิค่าหนึ่ง จะมีแสงที่มีความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร เปล่งออกมาทางช่องดังกล่าวด้วยความเข้มคงที่ 10^{-6} วัตต์/ตารางเมตร ในเวลา 1 นาที จะมีโฟตอนกี่ตัวที่แพร่ออกมาทางช่องดังกล่าวนี้

1. 1×10^{4}
2. 4×10^{6}
3. 2×10^{8}
4. 6×10^{10}



ความเข้ม $I = \frac{P}{A} = \frac{W}{At}$

$10^{-6} = \frac{W}{(10^{-6})\times60}$

$W = 6\times10^{-11}$ J energy

$E = n\frac{hc}{\lambda}$

$6\times10^{-11} = \frac{n(6.6\times10^{-34})(3\times10^{8})}{660\times10^{-9}}$

$n = 200\times10$

69. กำหนดให้ฟังก์ชันงานของแทนทาลัมและทองคำเป็น 4.2 eV และ 4.8 eV ตามลำดับ อยากทราบว่าต้องทำการฉายแสงที่มีความยาวคลื่น 270 nm ลงไปบนวัตถุใดจึงจะเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

$E \geq W$ or $f \geq f_0$ $\quad E = \frac{1240}{270} = 4.59$ eV

1. ไม่เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก
2. แทนทาลัม
3. ทองคำ
4. แทนทาลัมและทองคำ

70. โฟตอนตัวหนึ่งตกกระทบผิวแพลทินัม ซึ่งมีค่าฟังก์ชันงาน 5.6 eV ทำให้อิเล็กตรอนหลุดจาผิวออกมาด้วยพลังงานจลน์สูงสุด 1.2 eV ถ้าเราให้โฟตอนตัวเดียวกันนี้ไปตกกระทบผิวเงินซึ่งมีค่าฟังก์ชันงาน 4.7 eV จะต้องใช้ความต่างศักย์กี่โวลต์ เพื่อที่จะทำให้อิเล็กตรอนที่หลุดจากผิวหยุด

Pt: $E_{k,max} = hf - W$; eV; $1.2 = E_{eV} - 5.6$; $E_{eV} = 6.8$ eV

Ag: $V_S = 6.8 - 4.7$; $V_S = 2.1$ V #

1. 2.1 V
2. 4.4 V
3. 6.8 V
4. 11.5 V

71. วัตถุ A มีค่าพลังงานยึดเหนี่ยว 3.3 eV วัตถุ B มีค่าความถี่ขีดเริ่มเป็น 4×10^{14} Hz แสงความถี่เดียวกันตกกระทบผิววัตถุ A และ B จะทำให้โฟโตอิเล็กตรอนจากวัตถุ A มีพลังงานจลน์สูงสุดเท่ากับ 1.2 eV อยากทราบว่าพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนจากวัตถุ B จะเป็นกี่ eV

A: W, $E_{k,m} = 1.2$ eV ; B: f_0, $E_{k,max} = ?$

A: $E_{k,max} = hf - W$; eV; $1.2 = E_{eV} - 3.3$; $E_{eV} = 4.5$ eV

B: $E_{k,max,eV} = 4.5 - \frac{hf_0}{e} = 4.5 - \frac{6.6\times10^{-34}\times4\times10^{14}}{1.6\times10^{-19}} = 2.85$ eV #

72. ในปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตรอน ถ้าให้แสงที่มีความถี่ 8×10^{14} เฮิรตซ์ ตกกระทบโลหะชนิดหนึ่ง ปรากฏว่าต้องใช้ความต่างศักย์ในการหยุดยั้งโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมา 1.3 โวลต์ จงหาค่าพลังงานยึดเหนี่ยวของโลหะที่ใช้ในการทดลองนี้

$E_{k,max} = hf - W$

$V_S = \frac{hf}{e} - W_{eV}$

$1.3 = \frac{(6.6\times10^{-34})(8\times10^{14})}{1.6\times10^{-19}} - W$; $W = 2$ eV #

1. 0 อิเล็กตรอนโวลต์
2. 2.0 อิเล็กตรอนโวลต์
3. 2.5 อิเล็กตรอนโวลต์
4. 4.3 อิเล็กตรอนโวลต์

73. เมื่อให้แสงที่มีความถี่ค่าหนึ่งตกกระทบลงบนผิวของทอง ซึ่งมีค่าพลังงานยึดเหนี่ยว 4.8 อิเล็กตรอนโวลต์ แล้วทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอน และเมื่อใช้ความต่างศักย์หยุดยั้งเท่ากับ 8.4 โวลต์ จะไม่มีกระแสไหล ~~จงหาค่าความถี่ของกระแสไหล~~ จงหาค่าความถี่ของแสงที่ใช้

$E_{k,max} = hf - W$

$V_S = \frac{hf}{e} - W_{eV}$

$8.4 = \frac{6.6\times10^{-34} f}{1.6\times10^{-19}} - 4.8$

$f = 3.2\times10^{15}$ Hz #

1. 0.5×10^{34} เฮิรตซ์
2. 2.0×10^{34} เฮิรตซ์
3. 0.9×10^{15} เฮิรตซ์
4. 3.2×10^{15} เฮิรตซ์

E

74. จากปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก เมื่อให้แสงที่มีพลังงาน 2.00 อิเล็กตรอนโวลต์ ตกกระทบโลหะชนิดหนึ่ง ปรากฏว่าต้องใช้ความต่างศักย์ระหว่างแคโทดและแอโนดในการหยุดยั้งโฟโตอิเล็กตรอนเท่ากับ 0.65 โวลต์ ถ้าให้แสงซึ่งมีพลังงาน 4.00 อิเล็กตรอนโวลต์ ตกกระทบโลหะชนิดเดียวกัน จะต้องใช้ความต่างศักย์หยุดยั้งกี่โวลต์ V_S

1. 1.30
2. 1.35
3. 2.65
4. 5.35

$E_{k,max} = hf - W$

$V_S = E_{eV} - W_{eV}$ (eV)

$0.65 = 2 - W$ —①

$V_S = 4 - W$ —②

② - ①; $V_S - 0.65 = 2$

$V_S = 2.65$ V #

75. โลหะชนิดหนึ่งมีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวเท่ากับ 2.0 อิเล็กตรอนโวลต์ ถ้ามีแสงที่มีความยาวคลื่น 100 nm. มากระทบ (λ) พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนที่ออกมาจะเป็นกี่อิเล็กตรอนโวลต์ (eV)

1. 6.4 eV
2. 10.4 eV
3. 14.4 eV
4. 18.4 eV

$E_{k,max} = hf - W$ (J)

$= \frac{1240}{\lambda_{nm}} - W_{eV} = \frac{1240}{100} - 2 = 10.4$ eV #

λ

76. เมื่อฉายรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร ไปที่ผิวโลหะชนิดหนึ่งที่มีค่าพลังงานยึดเหนี่ยวเท่ากับ 1.8 อิเล็กตรอนโวลต์ โฟโตอิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะจะมีพลังงานจลน์เท่าไร

W

1. 0 อิเล็กตรอนโวลต์
2. 0.5 อิเล็กตรอนโวลต์
3. 1.3 อิเล็กตรอนโวลต์
4. 1.8 อิเล็กตรอนโวลต์

$E_{k,max} = \frac{1240}{400} - 1.8$

$= 3.1 - 1.8 = 1.3$ eV #

77. ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก สมมุติว่าแสงความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร ส่องกระทบผิวโลหะแล้วมีผลทำให้ความเร็วของโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมีค่าเป็น 2 เท่าของความเร็วที่เกิดจากแสงความยาวคลื่น 800 นาโนเมตร จงคำนวณหาความถี่ขีดเริ่ม ซึ่งทำให้โฟโตอิเล็กตรอนเริ่มหลุดออกจากผิวโลหะในหน่วยเทระเฮิรตซ์

(1 เทระเฮิรตซ์ $= 10^{12}$ เฮิรตซ์)

$\lambda = 400$ nm $\rightsquigarrow 2v$

$\lambda = 800$ nm $\rightsquigarrow v$

$f_0 = ?$

$E_{k,max} = hf - W$

$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{hc}{\lambda} - hf_0$ J

$\frac{1}{2}m(2v)^2 = \frac{hc}{400n} - hf_0$ —①

$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{hc}{800n} - hf_0$ —②

$4\left[\frac{hc}{800n} - hf_0\right] = \frac{hc}{400n} - hf_0$

78. เมื่อให้แสงที่มีความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร ตกกระทบผิวโลหะชนิดหนึ่ง ปรากฏว่าต้องใช้ความต่างศักย์ในการหยุดยั้งโฟโตอิเล็กตรอนเท่ากับ 1.5 โวลต์ ถ้าต้องการให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากผิวโลหะได้พอดี จะต้องใช้แสงที่มีความยาวคลื่นเท่าไร (นาโนเมตร) V_S

1. 330
2. 660
3. 990
4. 1,220

① : $E_{k,max} = hf - W$ (J)

$V_S = \frac{1240}{\lambda} - W_{eV}$

$1.5 = \frac{1240}{450} - W_{eV}$

$1.5 = \frac{124}{45} - \frac{1240}{\lambda_0}$

$\frac{c}{200n} - \frac{c}{400n} = -f_0 + 4f_0 = 3f_0$

$3f_0 = \frac{3\times10^8}{400\times10^{-9}}$

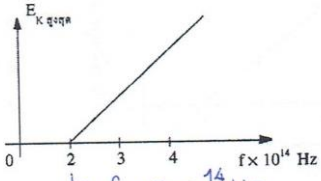
$f_0 = 2.5\times10^{14}$ Hz #

$\lambda_0 = 990$ nm #

79. ในการศึกษาปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกของโลหะชนิดหนึ่ง ได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนกับความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบผิวโลหะดังรูป ถ้าให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ 6×10^{14} เฮิรตซ์ ตกกระทบผิวโลหะนี้ จะต้องใช้ความต่างศักย์หยุดยั้งเท่าใด

f

1. 0.42 V
2. 0.83 V
3. 1.65 V
4. 2.50 V



↳ $f_0 = 2\times10^{14}$ Hz

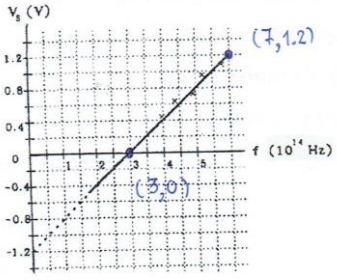
$E_{k,max} = hf - W$

$eV_s = hf - hf_0$

$(1.6\times10^{-19})V_s = 6.6\times10^{-34}(6-2)\times10^{14}$

$V_s = 1.65$ V #

80. ในการทดลองเพื่อศึกษาปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก พบว่าความต่างศักย์หยุดยั้ง (V_s) กับความถี่ของแสงมีความสัมพันธ์กันตามกราฟที่แสดง จงหาค่าคงตัวของพลังค์ที่ได้จากการทดลองในหน่วยของ (10^{-34} J·s) (เลขนัยสำคัญ 2 ตัว)



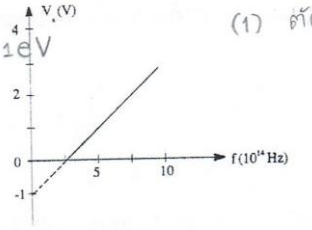
slope $= \frac{h}{e}$

$h = e\cdot slope$

$= (1.6\times10^{-19})\left(\frac{1.2-0}{7-3}\right)\times10^{14}$

$= 0.48\times10^{-33} = 4.8\ (10^{-34}$ Js) #

81. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าหยุดยั้ง (V_s) กับความถี่ของแสง (f) ดังรูปข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง



1. พลังงานน้อยที่สุดที่ทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอน เท่ากับ 1eV
2. ความถี่ขีดเริ่มเท่ากับ 2.5 MHz ×
3. พลังงานจลน์สูงสุด $=1.6\times10^{-19}$ J
4. ความต่างศักย์หยุดยั้งเท่ากับ –1 โวลต์

(1) ตัดแกน y $= -\frac{W}{e} = -1$

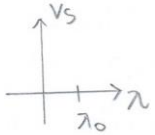
$W = 1e$ J

$W = 1$ eV #

82. ในการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก เมื่อเขียนกราฟระหว่างความต่างศักย์ที่หยุดโฟโตอิเล็กตรอนกับความยาวคลื่นที่สั้นที่สุดของแสง ถ้าพลังงานที่ต้องใช้ในการทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากผิวโลหะเท่ากับ 3 อิเล็กตรอนโวลต์ เส้นกราฟควรตัดแกนความยาวคลื่นที่สั้นที่สุดของแสงที่ค่ากี่นาโนเมตร

↳ W

1. 410
2. 615
3. 820
4. 102.5

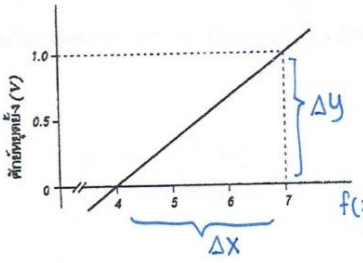


$W = \frac{1240}{\lambda_0}$

$\lambda_0 = \frac{1240}{3} = 413.3$ nm

83. จากการทดลองโฟโตอิเล็กตริก ได้กราฟระหว่างศักย์หยุดยั้งกับความถี่ของแสงดังรูป ความชันของกราฟจากการทดลองนี้ให้ค่านิจของพลังค์เท่าใด

1. 5.3×10^{-34} J·s
2. 5.6×10^{-34} J·s
3. 6.0×10^{-34} J·s
4. 6.4×10^{-34} J·s



slope = $\frac{h}{e}$

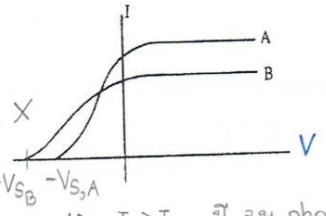
$\frac{1}{3\times10^{14}} = \frac{h}{e}$

$h = \frac{1.6\times10^{-19}}{3\times10^{14}}$

$\therefore h = 0.53\times10^{-33} = 5.3\times10^{-34}$ Js #

84. จากการทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก โดยทำการทดลองสองครั้ง ครั้งแรกใช้แสง A ครั้งที่สองใช้แสง B ได้ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสในวงจร (I) แลความต่างศักย์ (B) ดังกราฟ จงพิจารณาข้อสรุปต่อไปนี้

ก. แสง A มีความถี่น้อยกว่าแสง B ✓
ข. แสง A มีความเข้มมากกว่าแสง B ✓
ค. แสง B ต้องใช้ขนาดความต่างศักย์หยุดยั้งมากกว่าแสง A ✓
ง. แสง A ทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนมีพลังงานจลน์มากกว่าแสง B X



⊖ บอกศักย์

ข้อสรุปใดถูกต้อง

1. ก., ข. และ ค.
2. ก. และ ค.
3. ก. และ ง.
4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

I▶ $I_A > I_B$ มี จ.น photo e⁻ มากกว่า มาจาก แสงที่มีความเข้มมาก

I▶ $V_{S_B} > V_{S_A}$ แสดงว่า e⁻ ของแสง B มีพลังงานมากกว่า

85. ในการทดลองผ่านแสงสีแดง (ความยาวคลื่น 0.66 ไมโครเมตร) จำนวน 2×10^{22} โฟตอนเข้าไปในน้ำ $\frac{1}{7}$ กิโลกรัม ถ้าสมมุติว่า น้ำดูดกลืนพลังงานจากแสงไว้ได้ 50% จงหาว่า อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนไปกี่องศาเซลเซียส (กำหนดให้ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ 4.2 kJ/kg·K)

$\frac{50}{100} nhf = \Delta = mc\Delta t$ | $0.5(2\times10^{22})\frac{(6.4\times10^{-34})(3\times10^{8})}{0.66\times10^{-6}} = \frac{1}{7}(4.2\times10^{3})\Delta t$

$0.5\,nh\frac{c}{\lambda} = mc\Delta t$ | $\Delta t = 5\ ^{\circ}C$ #

86. เมื่อผ่านแสงสีแดงความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร จำนวน 7×10^{22} โฟตอนเข้าไปในน้ำมวล 200 กรัม ถ้าน้ำดูดกลืนพลังงานร้อยละ40 ไปเป็นความร้อน น้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่าไร (กำหนดให้ความร้อนจำเพาะของน้ำเป็น 4.2×10^{3} J/kg·K)

1 ก้อน $E = hf$

$\lambda = 660$ nm

$\frac{40}{100}E = mc\Delta t$ (J)

$0.4(nhf) = mc\Delta t$

$0.4(nh\frac{c}{\lambda}) = mc\Delta t$

$0.4(7\times10^{22}\times\frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{660\times10^{-9}}) = 0.2(4.2\times10^{3})\Delta t$

1. 25 C
2. 20 C
3. 15 C
4. 10 C

$\Delta t = 10\ ^{\circ}C$ #

☑ สมมุติฐานของเดอบรอยล์

$72\times\frac{5}{18}=20$ m/s

87. รถคันหนึ่งมีมวล 1,000 กิโลกรัม แล่นด้วยความเร็ว 72 กิโลเมตร/ชั่วโมง ถ้าคิดว่ารถยนต์คันนี้เป็นคลื่นจะมีความยาวคลื่นเดอ บรอยด์ เท่าไร

$\lambda=\frac{h}{mv}=\frac{6.6\times10^{-34}}{1000\times20}$

1. 0.92×10^{-38} เมตร
2. 3.3×10^{-38} เมตร
3. 0.33×10^{-38} เมตร
4. 1.1×10^{-38} เมตร

$\lambda=3.3\times10^{-38}$ m #

88. อนุภาคชนิดหนึ่งมีมวล 3.2×10^{-27} กิโลกรัม ประพฤติตัวเป็นคลื่นที่มีพลังงาน 1 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ ความยาวคลื่นของอนุภาค นี้เท่ากับกี่เมตร

$\lambda=\frac{h}{\sqrt{2mE}}=\frac{6.6\times10^{-34}}{\sqrt{2(3.2\times10^{-27})(1\times10^{6}\times1.6\times10^{-19})}}$

$=2.1\times10^{-14}$ m

1. 2.0×10^{-31} เมตร
2. 8.3×10^{-24} เมตร
3. 2.1×10^{-14} เมตร
4. 1.2×10^{-12} เมตร

89. เมื่อความเร็วของอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น 4 เท่า ความยาวคลื่นของ เดอ บรอยด์ จะมีค่าเป็นกี่เท่าของความยาวคลื่นเดิม

$\lambda=\frac{h}{mv}$ $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{v_1}{v_2}=\frac{1}{4}$

1. 0.25
2. 0.5
3. เท่าเดิม
4. 2

90. จงหาความยาวคลื่นของอิเล็กตรอน ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยพลังงานจลน์ 5 อิเล็กตรอนโวลต์ (ในหน่วยนาโนเมตร) มวลอิเล็กตรอนคือ 9.1×10^{-31} kg

$\lambda=\frac{h}{\sqrt{2mE_k}}=\frac{6.6\times10^{-34}}{\sqrt{2(9.1\times10^{-31})\,5\times1.6\times10^{-19}}}$

$\lambda=0.55\times10^{-9}$ m $=0.55$ nm #

1. 0.55
2. 0.85
3. 0.95
4. 1.10

91. ความยาวคลื่น เดอ บรอยล์ ของอิเล็กตรอนเท่ากับ 0.10 นาโนเมตร พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนมีค่าเท่าไร

$\lambda=\frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$ $E_k=\frac{h^2}{2m\lambda^2}$ $E_k=\frac{(6.6\times10^{-34})^2}{2(9.1\times10^{-31})(0.1\times10^{-9})^2}$

$\therefore E_k=2.4\times10^{-17}$ J #

1. 2.4×10^{-17} J
2. 4.8×10^{-17} J
3. 2.0×10^{-16} J
4. 1.0×10^{-15} J

92. อนุภาค A มีมวลเป็น $\frac{1}{4}$ เท่าของอนุภาค B ถ้าอนุภาคทั้งสองมีพลังงานจลน์เท่ากัน ความยาวคลื่น เดอ บรอยล์ของอนุภาค A เป็นกี่เท่าของอนุภาค B

A	B
$\frac{1}{4}m$	m
E_k	E_k

$\lambda\propto\frac{1}{\sqrt{m}}$ $\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\sqrt{\frac{m_B}{m_A}}$

$\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\sqrt{\frac{m}{\frac{1}{4}m}}=2$ #

1. $\frac{1}{4}$
2. $\frac{1}{2}$
3. 2
4. 4

$m \rightarrow 4m$ ⓔ $E_K \rightarrow 4E_K$

93. อนุภาคมวล m มีพลังงานจลน์เพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า ของพลังงานจลน์เดิม ความยาวคลื่น เดอ บรอยล์ ของอนุภาคนี้ในครั้งหลังจะ เป็นกี่เท่าของความยาวคลื่น เดอ บรอยล์ ครั้งแรก $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_K}}$ $\lambda \propto \frac{1}{\sqrt{E_K}}$ $\rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{\frac{E_{K,1}}{E_{K,2}}} = \sqrt{\frac{E_K}{4E_K}} = \frac{1}{2}$ #

1. $\frac{1}{2}$ เท่า
2. 2 เท่า
3. 4 เท่า
4. 8 เท่า

94. ถ้ามวลของอนุภาค A เป็นครึ่งหนึ่งของมวลของอนุภาค B เมื่ออนุภาคทั้งสองมีพลังงานเท่ากัน อนุภาค A จะประพฤติตัวเป็น คลื่นที่มีความยาวคลื่นเป็นกี่เท่าของอนุภาค B Ⓐ m Ⓑ $2m$ $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_K}} \rightarrow \lambda \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$

1. $\frac{1}{2}$
2. $\frac{1}{\sqrt{2}}$
3. $\sqrt{2}$
4. 2

$\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \sqrt{\frac{m_B}{m_A}} = \sqrt{\frac{2m}{m}} = \sqrt{2}$ #

95. ไฮโดรเจนไอออน (H^+) และฮีเลียมไอออน (He^+) ถูกเร่งด้วยสนามไฟฟ้า 10^6 โวลต์ ไฮโดรเจนไอออนจะมีความยาวคลื่น เดอบรอยล์ เป็นกี่เท่าของฮีเลียมไอออน $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mqV}} \rightarrow \lambda \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$ $\rightarrow \frac{\lambda_H}{\lambda_{He}} = \sqrt{\frac{m_{He}}{m_H}} = \sqrt{\frac{4}{1}} = 2$ #

1. 4 เท่า
2. 3 เท่า
3. 2 เท่า
4. 1 เท่า

96. อนุภาคตัวหนึ่งมีมวล m ขณะที่กำลังวิ่งด้วยความเร็ว v ดังนั้น อนุภาคนี้จึงมีพลังงานทั้งหมดเท่ากับ mc^2 สมมุติว่าพลังงานนี้มีค่าเป็น 5 เท่าของพลังงานของโฟตอนตัวหนึ่ง ซึ่งมีโมเมนตัมเท่ากันกับโมเมนตัมของอนุภาคนี้พอดี จงหาค่าอัตราส่วน $\frac{v}{c}$ มีค่าเป็น เท่าไร $mc^2 = 5(hf)$ —① $\frac{h}{\lambda} = mv$ —②

$m \rightarrow v$ ② ; $\frac{v^2}{c^2} = \frac{h/\lambda}{5hc}$ $\rightarrow \frac{v}{c} = \frac{1}{5} = 0.2$ #

97. อิเล็กตรอนซึ่งมีมวลประมาณ 9×10^{-31} กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 3×10^6 เมตร/วินาที วัสดุในข้อใดเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอน $d \leq \lambda_e$

$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.6\times10^{-34}}{9\times10^{-31}(3\times10^6)}$

$= 0.24\times10^{-8}$ m

1. ผลึกซึ่งมีระยะห่างระหว่างระนาบประมาณ 10^{-10} m.
2. เกรตติงซึ่งมีระยะห่างระหว่างช่องประมาณ 10^{-6} m.
3. แผ่นโลหะบางเจาะรูให้มีช่องคู่ห่างกันประมาณ 10^{-3} m.
4. สลิตเดี่ยวที่มีความกว้างของช่องประมาณ 10^{-2} m.

98. จากทฤษฎีของ เดอ บรอยล์ เส้นรอบวงของวงโคจรของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสมีค่าเป็นเท่าไร $2\pi r = n\lambda$

1. ค่านิจของพลังค์หารด้วยความยาวคลื่นของอิเล็กตรอน
2. ค่านิจของพลังค์คูณด้วยเลขจำนวนเต็ม หารด้วย 2π
3. ความยาวคลื่นของอิเล็กตรอนคูณด้วยเลขจำนวนเต็ม
4. ความยาวคลื่นของอิเล็กตรอนหารด้วยความเร็วแสง

☑ กลศาสตร์ของควอนตัม

99. หลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์ก กล่าวว่า ผลคูณระหว่างความไม่แน่นอนทางตำแหน่งกับความไม่แน่นอนทางโมเมนตัม จะมีค่าอย่างไร

1. น้อยกว่าค่านิจของพลังค์หารด้วย 2π
2. เท่ากับค่านิจของพลังค์หารด้วย 2π
3. มากกว่าค่านิจของพลังค์หารด้วย 2π
4. มากกว่าหรือเท่ากับค่านิจของพลังค์หารด้วย 2π

100. หลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์กกล่าวว่า ผลคูณระหว่างความไม่แน่นอนทางตำแหน่งกับความไม่แน่นอนทางโมเมนตัมจะมีค่าอย่างไร

1. น้อยกว่าค่านิจของพลังค์
2. เท่ากับค่านิจของพลังค์
3. มากกว่าค่านิจของพลังค์
4. น้อยกว่าหรือเท่ากับค่านิจของพลังค์ $/2\pi$
5. มากกว่าหรือเท่ากับค่านิจของพลังค์ $/2\pi$

101. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

ก. อิเล็กตรอนเป็นหน่วยย่อยที่สุดของธาตุหนึ่ง

ข. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกสนับสนุนว่าแสงแสดงสมบัติคลื่นได้

ค. ปรากฏการณ์ควอนตัมแสดงว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแสดงสมบัติเป็นอนุภาคได้

ง. กลศาสตร์ควอนตัมไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระดับอะตอมได้

ข้อความที่ถูกคือข้อใด

1. ก., ข. และ ค.
2. ก. และ ค.
3. ค. เท่านั้น
4. คำตอบเป็นอย่างอื่น

102. ข้อใดมีหลักการที่แสดงให้เห็นว่ากลศาสตร์ควอนตัมต่างจากกลศาสตร์ของนิวตัน

1. พลังงานรวมก่อนชนและหลังชนกันของอิเล็กตรอนกับอะตอมของปรอทมีค่าคงที่
2. โมเมนตัมของโฟตอนกับอิเล็กตรอนก่อนชนและหลังชนกันมีค่าคงที่
3. โมเมนตัมเชิงมุมของอิเล็กตรอนในแต่ละชั้นของไฮโดรเจนอะตอมมีค่าคงที่
4. ความแม่นยำของการวัดตำแหน่งและโมเมนตัมถูกจำกัดด้วยค่านิจของพลังค์

103. ข้อสรุปใดที่ตรงกับหลักความไม่แน่นอนของไฮเซนเบิร์กมากที่สุด

1. หลักทางฟิสิกส์มีความไม่แน่นอน เกิดขึ้นเนื่องจากผู้วัด เครื่องมือ และวิธีการวัด
2. สิ่งซึ่งเล็กมาก ๆ ระดับอะตอม บางครั้งแสดงสมบัติเป็นคลื่น และบางครั้งก็แสดงสมบัติเป็นอนุภาคไม่สามารถบอกได้แน่นอน
3. ปริมาณทางฟิสิกส์บางคู่ จะไม่สามารถวัดให้มีความแน่นอนได้พร้อมกัน ผลคูณของความไม่แน่นอนของปริมาณทั้งสองจะน้อยกว่าค่าๆ หนึ่งไม่ได้
4. ปริมาณทางฟิสิกส์บางคู่ ไม่สามารถอธิบายให้มีความแน่นอนได้พร้อมกัน

เฉลยคำตอบ Clear Zone Quantum

1) 1.1) 5.12×10^{-17}	1.2) 1.06×10^{7}		2) 2.1) 8×10^{6}	2.2) 9×10^{-3}	
3) $\frac{qB^2d^2}{8El}$	4) 5	5) 2	6) 4	7) 4	8) 2
9) 2	10) 1	11) 4	12) 1	13) 2	14) ~~X~~ 3
15) 128	16) 4	17) 2	18) 4	19) 4	20) 1
21) 4	22) 3	23) 1	24) 3	25) 4	26) 16
27) 2	28) 2	29) 3	30) $n\geq4.4$	31) 2	32) 1
33) 155	34) 4	35) 1	36) 1	37) 1	38) 1
39) 2	40) 4	41) 2	42) 3	43) 4	44) 3
45) 1	46) 1	47) 4	48) 486	49) 365	50) 3
51) 4	52) 1.8	53) 3	54) 3	55) 1	56) 4
57) 4	58) -3.39, -1.5	59) ~~4~~ 1	60) 3	61) 2	62) 4
63) 0.11	64) 0.0413	65) 2	66) 3	67) 3	68) 3
69) 2	70) 1	71) 2.85	72) 2	73) 4	74) 3
75) 2	76) 3	77) 250	78) 3	79) 3	80) 6.4
81) 1	82) 1	83) 1	84) 1	85) 5	86) 4
87) 2	88) 3	89) 1	90) 1	91) 1	92) 3
93) 1	94) 3	95) 3	96) $\frac{1}{5}$	97) 1	98) 3
99) 4	100) 5	101) ~~3~~ 2	102) 4	103) 3	