රුහුණ විශ්වවිද්‍යාලය

විද්‍යාවේදී (සාමාන්‍ය) උපාධි තෙවන ස්ථල (ප්‍රථම සමාසික) පරීක්ෂණය

ජූනි/ජූලි - 2015

විෂය: භෞතික විද්‍යාව

කාලය: පැය **2** යි මිනිත්තු **30** යි.

පාඨමාලා ඒකකය: **PHY3114**

## II කොටස

**(අ), (ආ) සහ (ඇ) කොටස් වලින් අවම වශයෙන් එක් (01) ප්‍රශ්නයකට පිළිතුරු සැපයිය යුතුය.**

**ප්‍රශ්න පහකට (05) පමණක් පිළිතුරු සපයන්න.**

---

(සියළුම සංකේත වලට සුපුරුදු තේරුම් ඇත)

ප්ලෑන්ක්ගේ නියතය, $h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js

ඇවගාඩ්රෝ අගය, $N_A = 6.022 \times 10^{23}$

ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ආරෝපණය, $e = 1.6 \times 10^{-19}$C

බෝල්ට්ස්මාන් නියතය, $k = 1.38 \times 10^{-23}$ JK$^{-1}$

ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ස්කන්ධය, $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg

$$\int_0^\infty x^3 e^{-\alpha x^2} dx = \frac{1}{2\alpha^2}$$

---

## (අ) කොටස

1. (අ) ප්‍රාථමික දැලිස උත්තාරණ දෛශික යනුවෙන් අදහස් කරන්නේ කුමක්ද? එමගින් ප්‍රාථමික දැලිසේ පරස්පර දැලිස දෛශිකයන් අර්ථ දක්වන්න.

   (ආ) (i) FCC ව්‍යුහයක ප්‍රාථමික දැලිස උත්තාරණ දෛශිකයන් මොනවාද?
   (ii) FCC ව්‍යුහයේ පරස්පර දැලිස දෛශිකයන් සොයන්න.
   (iii) පරස්පර දැලිසේ ප්‍රාථමික සෛලයේ පරිමාව සොයන්න.
   (iv) පරස්පර දැලිස දෛශිකය (G) සොයන්න.

2. (අ) ස්ඵටික තුළ X-කිරණ විවර්තනයේදී යොදාගන්නා බ්‍රැග් නියමය ලියා දක්වන්න. සියලුම පද අර්ථ දක්වන්න.

   (ආ) බ්‍රැග් නියමය ව්‍යුත්පන්න කර ඇත්තේ කුමන තත්වයන් යටතේදැයි සඳහන් කරන්න.

   (ඇ) x- කිරණ විවර්තනයට අමතරව ස්ඵටික ව්‍යුහයන් අධ්‍යයනය සඳහා වෙනත් කුමන විවර්තන ක්‍රියාවලියන් උපයෝගී කරගනිද? ඒවා සැකෙවින් සාකච්ඡා කරන්න.

   (ඇ) ඝණත්වය $1.99 \times 10^3$ kgm$^{-3}$ වූ KCl ඝන ස්ඵටිකයක් මගින් තරංග ආයාමය 0.86 Å වූ X-කිරණ විවර්තනය කරයි. (0 2 0) තල සඳහා අන්තර්තලීය පරතරය සහ එම තල මගින් ඇතිවන දෙවන ඝනයේ බ්‍රැග් පරාවර්තනයට අදාල ගැටුම් කෝණය ගණනය කරන්න. KCl හි මවුලික ස්කන්ධය 74.6 g වේ. KCl ඒකක සෛලයක ඇති පරමාණු ගණන 4 ක් වේ.

3. (අ) (i) මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන වායුවක් සඳහා අවස්ථා ඝනත්වය යන්නෙන් අදහස් කරන්නේ කුමක්ද?

(ii) දිග $L$ වූ ඒකමාන පෙට්ටියක් තුළ ඇති මුක්ත ඉලෙක්ට්‍රෝන වායුවක අවස්ථා ඝනත්වය සඳහා ප්‍රකාශණයක් ලබාගන්න. එනයින් අවස්ථා ඝනත්වය සහ ශක්තිය $E_n$ අතර සම්බන්ධය ලබාගන්න. ($E_n = \frac{n^2\pi^2\hbar^2}{2mL^2}$)

(ආ) (i) සචලතාවය යන්නේ තේරුම කුමක්ද?

(ii) ශුද්ධ අර්ධ සන්නායකයක සන්නායකතාවය සඳහා ප්‍රකාශණයක් වාහක සචලතාව සහ අනිකුත් අදාල රාශීන් භාවිතයෙන් ලියා දක්වන්න.

(iii) ද්‍රව නයිට්‍රජන් උෂ්ණත්වයේ ඇති ශුද්ධ ජර්මේනියම් මාධ්‍යය තුල ප්‍රකාශ උත්තේජනය මගින් ඝන මීටරයට ($m^3$) සන්නායක ඉලෙක්ට්‍රෝන $10^{18}$ වූ සාමාන්‍ය ඝනත්වයක් ඇති කරයි. මෙම උෂ්ණත්වයේදී ඉලෙක්ට්‍රෝන හා කුහර සචලතාවයන් සමාන වන අතර එය $\mu = 0.5\ m^2/Vs$ වේ. පැත්තක දිග 0.01 m වූ ජර්මේනියම් ඝනකයක් හරහා වෝල්ටීයතාවය 100V යෙදවේ නම් මෙම තත්වයන් යටතේ ඝනකය හරහා ගමන් කරන ධාරාව ගණනය කරන්න.

## (ආ) කොටස

4. (අ) සියළුම සංකේත හඳුන්වමින් සෞත්‍රික ව්‍යාප්තිය හා විභාග ශ්‍රිතය ප්‍රකාශ කරන්න.

(ආ) $T$ නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වයේ සමතුලිතතාවයේ පවතින පද්ධතියක මධ්‍යන්‍ය ශක්තිය $(\overline{E})$,

$\overline{E} = -\frac{\partial(\ln Z)}{\partial\beta}$ මගින් දෙනු ලබන බව පෙන්වන්න.

(ඇ) $B$ බාහිර චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක තබා ඇති. එක් අංශුවක චුම්භක ඝූර්ණය $\mu_0$ වන. අංශු තුනකින් සමන්විත පද්ධතියක් සලකන්න.

(i) $T$ නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වයේ සමතුලිතතාවයේ පවතින පද්ධතිය සඳහා තිබිය හැකි ශක්ති අවස්ථා මොනවාද?

(ii) පද්ධතියේ විභාග ශ්‍රිතය ලියා දක්වන්න.

(iii) මුළු ශක්තිය $-\mu_0 B$ වන ලෙස පද්ධතිය සමතුලිතතාවයේ පැවතීමේ සම්භාවිතාව සඳහා ප්‍රකාශණයක් ලබාගන්න.

(iv) පද්ධතියේ මුළු මධ්‍යන්‍ය ශක්තිය සොයන්න.

5. මැක්ස්වෙල්ගේ වේග ව්‍යාප්තියේ වේගය $v$ හා $v+dv$ අතර පවතින ඒකක පරිමාවක අඩංගු වන මධ්‍යන්‍යය අණු ගණන $F(v)dv = 4\pi n\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv$ මගින් දෙනු ලැබේ.

(අ) ඉහත ව්‍යාප්තිය භාවිතාකර අණුවක මධ්‍යන්‍ය වේගය $\sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$ බව පෙන්වන්න.

(ආ) වඩාත්ම සසම්භාවීතම වේගය (most probable speed), $v_m$, $\sqrt{\frac{2kT}{m}}$ ට සමාන බව පෙන්වන්න.

(ඇ) $27^oC$ වූ කාමර උෂ්ණත්වයේ පවතින $O_2$ අණුවක මධ්‍යන්‍ය වේගය තිර්ණය කරන්න. ($O_2$ අණුවක ස්කන්ධය $5.31 \times 10^{-26}$ kg වේ.)

(ඇ) $n=2.45\times10^{21}$ ලෙස උපකල්පනය කරමින් වේගය $v$ හා $v+dv$ අතරත් වඩාත්ම සසම්භාවි වේගය $v_m$ අසලත් පවතින $O_2$ අණු සංඛ්‍යාව ගණනය කරන්න. ($dv = 10^{-6} v_m$ ලෙස උපකල්පනය කරන්න).

6. උෂ්ණත්වය $T$ හි සමතුලිතතාවයේ පවතින. සර්වසම අණු $N$ ගණනකින් සමන්විත. $V$ පරිමාවක් තුලවූ වායුවක් සලකන්න. තනි අංශුවකට අදාල අවස්ථාවක පවතින මධ්‍යන්‍යය අංශු සංඛ්‍යාව $\overline{n}_s = -\frac{1}{\beta}\frac{\partial \ln Z}{\partial \varepsilon_s}$ මගින් දෙනු ලැබේ. ($Z$ යනු වායු පද්ධතියේ විභාග ශ්‍රිතය වේ. $\varepsilon_s$ යනු $s$ අවස්ථාවේ පවතින අංශුවක ශක්තිය වේ.)

(අ) ඉහත ප්‍රකාශනය භාවිතා කර $n_s$ හි අපකිරණය සොයා එය $-\frac{1}{\beta}\frac{\partial(\overline{n}_s)}{\partial \varepsilon_s}$ බව පෙන්වන්න.

(ආ) ෆර්මියෝන සහ බෝසෝන අනුගමනය කරන සංඛ්‍යානයන්හි සමානකම් සහ වෙනස්කම් ලියා දක්වන්න.

(ඇ) $A$ සහ $B$ අංශු දෙකකින් සමන්විත වායුවක් සලකන්න. සෑම අංශුවක්ම පැවතිය හැකි ක්වොන්ටම් අවස්ථා වන $S = 1$, 2 හා 3 තුළ පැවතිය හැක. මෙම අංශු දෙක ඉහත ක්වොන්ටම් අවස්ථා තුන තුල පැවතිය හැකි ආකාර ගැන මැක්ස්වෙල්–බෝල්ට්ස්මාන්, බෝස්–අයින්ස්ටයින් සහ ෆර්මි–ඩිරැක් සංඛ්‍යානයන් භාවිතයෙන්. වගු ගත කර විස්තර කරන්න.

(ඈ) සර්වසම අංශු හතරක්. සෑම අංශුවක්ම පැවතිය හැකි ක්වොන්ටම් අවස්ථා දෙකක් තුල පැවතිය හැකි ආකාර ෆර්මි–ඩිරැක් සහ බෝස්–අයින්ස්ටයින් සංඛ්‍යානයන්ට අනුකූලව පෙන්වන්න.

## (ඇ) කොටස

7. (අ) හයිසන්බර්ග් අවිනිශ්චිතතා මූලධර්මයේ ප්‍රකාශනය ලියා දක්වා එය සරල වචනයෙන් විස්තර කරන්න.

(ඇ) $p_x$ ගම්‍යතාවයකින් $x$- දිශාවේ චලනය වන ස්කන්ධය $m$ වන අංශුවක් සඳහා ගම්‍යතා කාරකය ලියා දක්වන්න.

(ඇ) $\hat{x}$ සහ $\hat{y}$ පිහිටුම් කාරක නම් $[\hat{x},\hat{p}_x]$ සහ $[\hat{y},\hat{p}_x]$ න්‍යායදේශ ලබාගන්න. අවිනිශ්චිතතා මූලධර්මය භාවිතා කර පිළිතුරු පැහැදිලි කරන්න.

(ඉ) හර්මිටියානු කාරකයක එක් ප්‍රධාන ලක්ෂණයක් ලියන්න. $\hat{p}_x$ යනු හර්මිටියානු කාරකයක් බව පෙන්වන්න.

(ඊ) ගමන් කරන ඉලෙක්ට්‍රෝනයකට 0.1% අවිනිශ්චිතතාවයක් සහිතව $2.0 \times 10^6$ m/s වේගයක් ඇත. ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ පිහිටුමෙහි අවිනිශ්චිතතාවය කුමක්ද? ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ තරංග ආයාමය ගණනය කරන්න.

8. අංශුවක් පහත පරිදි ද්විමාන අනන්ත විභව ලිඳකට සීමාවී ඇත.

$$V = 0,\ 0 < x < l_1 \text{ සහ } 0 < y < l_2;\ l_2 > l_1$$
$$= \infty, \text{ පිටත}$$

(අ) අංශුවේ සාමාන්‍යකරණය කරන ලද අයිගන් ශ්‍රිත සහ ශක්ති අයිගන් අගයන් සොයන්න.

(ආ) භූමි අවස්ථාවේ සහ පළමු සැකබුන අවස්ථා දෙකට අදාලව අයිගන් ශ්‍රිත සහ ශක්ති අයිගන් අගයන් ලියා දක්වන්න. අයිගන් ශ්‍රිත වල පිරිහුමක් පවතී නම් සාකච්ඡා කරන්න.

(ඇ) පළමු අවස්ථා තුනට අදාල අයිගන් ශ්‍රිත වල ප්‍රලම්බතාව කෙටියෙන් සාකච්ඡා කරන්න.

9. (අ) $\hat{A}, \hat{B}$ සහ $\hat{C}$ කාරක තුනකි. පහත න්‍යායදේශ සම්බන්ධතා ඔප්පු කරන්න.

(i) $[\hat{A} + \hat{B}, \hat{C}] = [\hat{A}, \hat{C}] + [\hat{B}, \hat{C}]$

(ii) $[\hat{A}\hat{B}, \hat{C}] = [\hat{A}, \hat{C}]\hat{B} + \hat{A}[\hat{B}, \hat{C}]$

(ආ) එනයින්, $\hat{D}$ යනු තවත් කාරකයක් විට පහත න්‍යායදේශ ලියා දක්වන්න. (ඔප්පු කිරීම අනවශ්‍යයි).

(i) $[\hat{A} + \hat{B}, \hat{C} + \hat{D}]$

(ii) $[\hat{A}\hat{B}, \hat{C}\hat{D}]$

(ඇ) $\hat{L}_x = \hat{y}\hat{p}_z - \hat{z}\hat{p}_y$, $\hat{L}_y = \hat{z}\hat{p}_x - \hat{x}\hat{p}_z$ and $\hat{L}_z = \hat{x}\hat{p}_y - \hat{y}\hat{p}_x$

ඉහත (ආ) හි සම්බන්ධතා සහ මෙම ගතික කාරක පිළිපදින වෙනත් න්‍යායදේශ සම්බන්ධතා භාවිත කර $[\hat{L}_x, \hat{L}_y] = i\hbar\hat{L}_z$ බව පෙන්වන්න.

(ඉ) හයිඩ්‍රජන් පරමාණුවේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ ශක්ති මට්ටම් ප්‍රධාන ක්වොන්ටම් අංකය වන $n$ සමග වෙනස් වන්නේ කෙසේද?

භූමි අවස්ථාවේ ශක්තිය -13.6 eV වේ. පළමු සහ දෙවන මට්ටම් වල ශක්ති අගයන් මොනවාද?

(ඊ) $n = 3$ දක්වා තිබිය හැකි ශක්ති මට්ටම් කටු සටහනකින් පෙන්වා $l$ සහ $m$ ක්වොන්ටම් අංක සඳහා තිබිය හැකි අගයන් දක්වන්න. සෑම මට්ටමකම පැවතිය හැකි අයිගන් ශ්‍රිත $\psi_{nlm}$ අංකනය භාවිතා කර පෙන්වන්න.

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@