රුහුණ විශ්වවිද්‍යාලය

සාමාන්‍ය විද්‍යාවේදී උපාධි දෙවන ස්ථල (පලමු සමාසික) පරීක්ෂණය
ජූලි 2015

විෂය: භෞතික විද්‍යාව
පාඨමාලා ඒකකය: PHY2114 — කාලය: පැය 2 යි විනාඩි 30 යි

II- කොටස

ප්‍රශ්න පහකට පිළිතුරු සපයන්න
(ආ) කොටසින් **එක් (01)** ප්‍රශ්ණයකටවත් පිළිතුරු සැපයිය යුතුයි.

සියලුම සංකේත වලට සුපුරුදු තේරුම් ඇත.

(අ) කොටස

1. (a) අභ්‍යන්තර සහ බාහිර අරයන් පිළිවෙලින් a සහ b වන ගෝලීය කබොලක අභ්‍යන්තර සහ බාහිර පෘෂ්ඨ වල උෂ්ණත්වයන් පිළිවෙලින් T_1 සහ T_2 හි ($T_1 > T_2$) පවත්වා ඇත. කබොල සාදා ඇති ද්‍රව්‍යයේ තාප සන්නායකතාවය k වෙයි. .
   i. ගෝලීය කබොල හරහා අරීය තාප සංක්‍රමණ සීඝ්‍රතාවය

$$\frac{dQ}{dT} = \frac{4\pi kab(T_1 - T_2)}{(b-a)}$$

   මගින් දෙනු ලබන බව පෙන්වන්න.
   ii. $k = 0.7W\,\mathrm{m^{-1}\,K^{-1}}$, $a = 0.1\,\mathrm{m}$ සහ $b = 0.3\,\mathrm{m}$ නම් ගෝලීය කබොල හරහා අරීය තාප සංක්‍රමණ සීඝ්‍රතාවය ගණනය කරන්න.

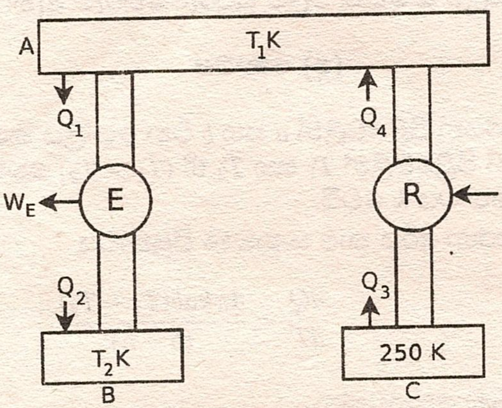
   (b) පහත සඳහන් භෞතික සංසිද්ධීන් කෙටියෙන් විස්තර කරන්න.
   i. බොහොමයක් යතුරු පැදි වලට විකිරකයක් (රේඩියේටරයක්) නොමැත.
   ii. බොහොමයක් වාහන වල විකිරකය වාහනයේ ඉදිරිපස සවි කර ඇත.
   iii. සාමාන්‍යයෙන් ජලයේ තාපාංකය මාතරදීට වඩා නුවරඑළියේදී අඩුය.

2. (a) එක් එක් පද විස්තර කරමින් තාපගති විද්‍යාවේ පළමු වන නියමය ලියා දක්වන්න.
   (b) ස්ථිරතාපික වල බෑවුම සමෝෂ්ණික වල බෑවුම මෙන් γ වාරයක් බව පෙන්වන්න.
   (c) (1.5 atm, V, 300 K) හි ඇති පරිපූර්ණ වායු මෞලයකට $(\gamma = \frac{5}{3})$ පහත සඳහන් ක්‍රියාවලීන් සිදු කිරීමට හැකියාව ඇත.
   $A \longrightarrow B$: වායුවේ පරිමාව $1.5V$ වන තෙක් සමෝෂ්ණව ප්‍රසාරණය වේ.
   $B \longrightarrow C$: සම පරිමා ක්‍රියාවලියක් ඔස්සේ වායුවේ පීඩනය 1.25 atm දක්වා වැඩි වේ.
   $C \longrightarrow D$: වායුව ස්ථිරතාපී ක්‍රියාවලියකට භාජනය වේ.
   $D \longrightarrow A$: වායුව සම පීඩන ක්‍රියාවලියක් ඔස්සේ මුල් අවස්ථාවට පත් වේ.

   i. ඉහත චක්‍රීය ක්‍රියාවලිය සඳහා $P-V$ සටහනක් අඳින්න.
   ii. D අවස්ථාවේ පරිමාව V ඇසුරෙන් සොයන්න.
   iii. B අවස්ථාවේ පීඩනය සොයන්න.

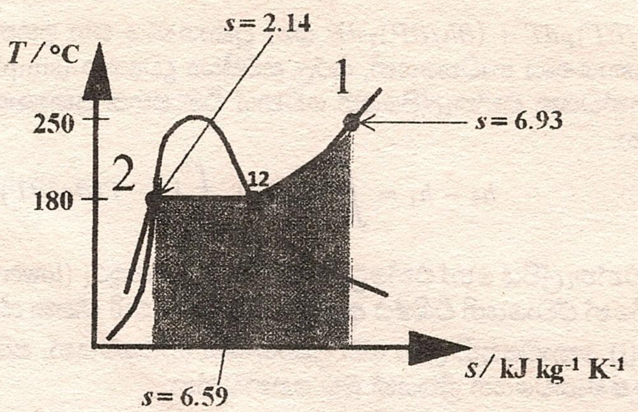
iv. $V = 0.1\,\mathrm{m}^3$ නම, ඉහත සඳහන් චක්‍රීය ක්‍රියාවලියේදී වායුව විසින් කරන ලද කාර්යය සොයන්න.
[පරිපූර්ණ වායු මෞලයක අවස්ථාව (P_1, V_1, T_1) සිට (P_2, V_2, T_2) දක්වා සමෝෂ්ණිකව සහ ස්ථිරතාපීව වෙනස් වීමේදී වායුව විසින් කරන කාර්යයන් පිළිවෙලින් $W = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$ සහ $W = \frac{(P_2V_2 - P_1V_1)}{(1-\gamma)}$ මගින් දෙනු ලැබේ. සර්වත්‍ර වායු නියතය $(R) = 8.314\,\mathrm{J\,K^{-1}\,mol^{-1}}$, $1\ \mathrm{atm} = 1\mathrm{x}10^5\,\mathrm{N\,m^{-2}}$]

3. (a) තාප කටාරයක් යන්නෙන් අදහස් කරන්නේ කුමක්ද?
(b) අභ්‍යන්තර සහ බාහිර දහන එන්ජින් අතර වෙනස් කම් ලියා දක්වන්න.
(c) එන්ජිමක කාර්යක්ෂමතාවය (η) සහ ශීතකරණයක ක්‍රියාකාරී සංගුණකය (K) අර්ථ දක්වන්න.
(d) $K = \frac{T_C}{T_H - T_C}$ බව පෙන්වන්න.
(e) A, B සහ C තාප කටාර අතර ක්‍රියා කරන ප්‍රත්‍යාවර්ත්‍ය එන්ජිමක් සහ ප්‍රත්‍යාවර්ත්‍ය ශීතකරණයක් රූපයේ දැක්වේ.



i. ශීතකරණයේ ක්‍රියාකාරී සංගුණකය 1.0 නම, T_1 ගණනය කරන්න.
ii. B සහ C තාප කටාර අතර ක්‍රියා කරන කල්පිත එන්ජිමක උපරිම කාර්යක්ෂමතාවය 50% නම, T_2 ගණනය කරන්න.
iii. $W_E = 300\,\mathrm{J}$ සහ $W_R = 400\,\mathrm{J}$ නම Q_1, Q_2, Q_3 සහ Q_4 ගණනය කරන්න.

4. (a) කානෝ චක්‍රය $T - S$ සටහනකින් දක්වා, එම ක්‍රියාවලින් සැකෙවින් විස්තර කරන්න.
(b) පිස්ටන්/සිලින්ඩර එකතුවක ඇති ජල 1 kg ක් අධිතප්ත වාෂ්ප අවස්ථාවේ, 1000 kPa, පීඩනයක සහ 250 ℃ උෂ්ණත්වයක පවතින අතර එහි විශිෂ්ඨ පරිමාව (v) $0.23\,\mathrm{m^3\,kg^{-1}}$ සහ එන්ට්‍රොපිය (s), $6.93\,\mathrm{kJ\,kg^{-1}\,K^{-1}}$ ක් වේ. මෙම පද්ධතිය දැන් නියත පැටවීමක් (constant-loading) සමඟ 180 ℃ උෂ්ණත්වයකට සිසිල් කරනු ලබන අතර පහත $T - s$ රූප සටහනෙහි මෙය පෙන්වා ඇත. මෙම සම පීඩන ක්‍රියාවලිය අවසාන වන්නේ ජලය සන්තෘප්ත ද්‍රව අවස්ථාවට පත් වී සහ එහි විශිෂ්ඨ පරිමාව (v_f), $0.001\,\mathrm{m^3\,kg^{-1}}$ සහ එන්ට්‍රොපිය (s_f), $2.14\,\mathrm{kJ\,kg^{-1}\,K^{-1}}$ වූ විටය. මෙම ක්‍රියාවලිය සිදුවන අතරතුර, සන්තෘප්ත ජල වාෂ්ප බවට පත් වන අතරමැදි අවස්ථාවක් (රූප සටහනෙහි අවස්ථාව-12) තුලින් ජලය ගමන් කරන අතර, මෙම අවස්ථාවේදී සන්තෘප්ත ජල වාෂ්පයෙහි එන්ට්‍රොපිය (s_g), $6.59\,\mathrm{kJ\,kg^{-1}\,K^{-1}}$ වේ.
(පරිමාව හෝ එන්ට්‍රොපිය සඳහා කුඩා අකුරු (lowercase symbol) වලින් නිරූපනය කරන්නේ ඒවායෙහි විශිෂ්ඨ අගයන් වන අතර එහි ඒකක ස්කන්ධයක අගය දැක්වෙයි.)



i. මෙම ක්‍රියාවලිය ප්‍රත්‍යාවර්ත නම, $T - s$ රූප සටහනෙහි වර්ගඵලය සෙවීමෙන්, මෙම ක්‍රියා-වලියේදී සිදු වූ තාප හුවමාරුව ඇස්තමේන්තු කරන්න. (මෙ සඳහා අධිතප්ත වාෂ්ප කලාපය තුලදීද උෂ්ණත්වය සමඟ ජල වාෂ්ප වල එන්ට්‍රොපිය රේඛීයව වෙනස් වෙ යයි උපකල්පනය කරන්න.)

ii. මෙම ක්‍රියාවලිය අප්‍රත්‍යාවර්ත නම සහ ජලය-නියත පැටවීමක් (constant-loading) යටතේ 180 °C පරිසර උෂ්ණත්වයකට සිසිල් වීමට ඉඩ හැරියේ නම, මෙම ක්‍රියාවලියේදී සිදුවන මුළු එන්ට්‍රොපි-උත්පාදනය ගණනය කරන්න.

5. (a) $Tds = C_p dT - vdP$ ප්‍රකාශය භාවිත කර පරිපූර්ණ වායුවක ඒකක ස්කන්ධයක එන්ට්‍රොපියෙහි වෙනස් වීම

$$s_2 - s_1 = C_p \ln(T_2/T_1) - R \ln(P_2/P_1)$$

යන ප්‍රකාශනය මගින් දෙනු ලබන බව පෙන්වන්න. මෙහි C_p නියත-පීඩන-විශිෂ්ඨ-තාප-ධාරිතා-වය වෙ.
(පරිමාව හෝ එන්ට්‍රොපිය සඳහා කුඩා අකුරු (lowercase symbol) වලින් නිරූපනය කරන්නේ ඒවායෙහි විශිෂ්ඨ අගයන් වන අතර එහි ඒකක ස්කන්ධයක අගය දැක්වෙයි.)

(b) ඉහත $(s_2 - s_1)$ ප්‍රකාශනය භාවිතයෙන් සහ C_p උෂ්ණත්වයත් සමඟ නියත ලෙස උපකල්පනය ක-රමින්, පරිපූර්ණ වායුවක සම-එන්ට්‍රොපික (isentropic) ක්‍රියාවලියක් සඳහා $T_2/T_1 = (P_2/P_1)^{(k-1)/k}$ බව ඔප්පු කරන්න.
මෙහි $k = C_p/C_v, C_v$ නියත-පරිමා-විශිෂ්ඨ-තාප-ධාරිතාවය, සහ $R = C_p - C_v$ වෙ.

(c) පීඩනය 100 kPa සහ උෂ්ණත්වය 20 °C වූ පරිසර-තත්ව (ambient conditions) යටතේ සිලින්ඩර-යක ඇති හීලියම් ප්‍රතිවර්ත්‍ය සමෝෂ්ණ ක්‍රියාවලියක් මගින් පීඩනය 600 kPa, දක්වා සම්පීඩනය කෙරෙයි.
(හීලියම් පරිපූර්ණ වායුවක් ලෙස හැසිරෙන බව උපකල්පනය කල හැකි අතර හීලියම් සඳහා $C_p = 5.19\,\mathrm{kJkg^{-1}K^{-1}}$, $C_v = 3.12\,\mathrm{kJkg^{-1}K^{-1}}$ සහ තනි වායු නියතය $(R) = 2.077\,\mathrm{kJkg^{-1}K^{-1}}$ වෙ.)
ඉහත (a) කොටසේදී ලබා ගත් ප්‍රකාශණය භාවිත කරමින් මෙම සමෝෂ්ණ ක්‍රියාවලියේදී, හීලි-යම් කිලෝග්‍රෑමයක සිදු වන එන්ට්‍රොපියෙහි වෙනස් වීම ගණනය කරන්න. එනයින්, හීලියම් කිලෝග්‍රෑමයකින් සිදු කරන තාප හුවමාරුව සොයන්න.

6. (a) ඔබට $dh = Tds + vdP$ ප්‍රකාශණය දී ඇත.

i. $C_v = T(\partial s/\partial T)_v$ භාවිත කර, $(\partial h/\partial T)_v$ සඳහා ප්‍රකාශණයක් P, v, T සහ C_v ඇසුරෙන් ලබා ගන්න. පරිපූර්ණ වායුවක් සඳහා මෙම ප්‍රතිඵලය භාවිතා කර, $C_p - C_v = R$ බව පෙන්වන්න. (පරිමාව, එන්තැල්පිය හෝ එන්ට්‍රොපිය සඳහා කුඩා අකුරු (lowercase symbol) වලින් නිරූප-නය කරන්නේ ඒවායෙහි විශිෂ්ඨ අගයන් වන අතර එහි ඒකක ස්කන්ධයක අගය දැක්වෙයි.)

ii. $(\partial s/\partial P)_T = -(\partial v/\partial T)_P$ යන මැක්ස්වෙල් සම්බන්ධතාවය භවිත කර, $(\partial h/\partial P)_T$ සඳහා ප්‍රකාශණයක් P, v සහ T ඇසුරෙන් ලබා ගන්න.

iii. ඉහත (ii) කොටසේ ලබා ගත් ප්‍රතිඵලය භාවිතයෙන්, පරිපූර්ණ වායුවක් සඳහා $(\partial h/\partial P)_T$ ගණනය කරන්න. සමෝෂ්ණ ක්‍රියාවලියක යෙදෙන පරිපූර්ණ වායුවක් සඳහා $h - P$ සටහනෙහි හැඩය ගැන ඔබට කුමක් කිව හැකිද?

(b) i. $dh = (\partial h/\partial T)_P dT + (\partial h/\partial P)_T dP$ යන ප්‍රකාශණය සහ ඉහත (a) (ii), කොටසේදී ලබාගත් ප්‍රකාශණය භාවිතයෙන්, සරල සම්පීඩ්‍ය ද්‍රව්‍යයක (simple compressible substance) ඒකක ස්කන්ධයක එන්තැල්පියෙහි වෙනස් වීම පහත ප්‍රකාශණය මගින් දෙනු ලබන බව පෙන්වන්න.

$$h_2 - h_1 = \int_1^2 C_p dT + \int_1^2 [v - T(\partial v/\partial T)_P] dP$$

(පරිමාව, එන්තැල්පිය හෝ එන්ට්‍රොපිය සඳහා කුඩා අකුරු (lowercase symbol) වලින් නිරූපනය කරන්නේ ඒවායෙහි විශිෂ්ඨ අගයන් වන අතර එහි ඒකක ස්කන්ධයක අගය දැක්වෙයි.)

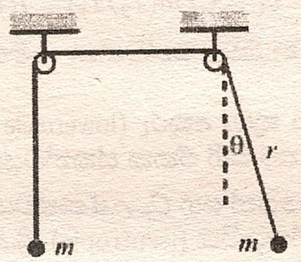
ii. ඉහත (b) (i) කොටසෙහි ලබා ගත් ප්‍රකාශණය භාවිතයෙන්, පරිපූර්ණ වායුවක් සඳහා එන්තැල්පිය උෂ්ණත්වයෙහි ශ්‍රිතයක් බව පෙන්වන්න.

(ආ) කොටස

7. තන්තුවකින් සම්බන්ධ කල සමාන m ස්කන්ධයන් දෙකක් විශාලත්වය නොසැලකිය හැකි කප්පි දෙකක් මතින් රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි එල්ලා වැටේ. වම්පස අංශුව සිරස් රේඛාවක චලිත වන නමුත් දකුණු පස අංශුව කප්පි සහ අංශූන් ඇති තලයේ දෙපසට දෝලනය වීමට නිදහස ඇත.

(a) පද්ධතිය සඳහා ලග්රාන්ජියානුව ලියා දක්වන්න.

(b) r සහ θ සඳහා චලිත සමීකරණ නිර්ණය කරන්න.



8. ද්වි පරමාණුක අණුවක් සඳහා පරමානු දෙක අතර විභව ශක්ති ශ්‍රිතය පහත පරිදි ප්‍රකාශ කල හැක.

$$V(x) = \frac{a}{x^{12}} - \frac{b}{x^6}$$

මෙහි a සහ b ධන නියතයන් සහ x යනු පරමාණු අතර දුර වේ.

(a) x වල කුමන අගයන් වලදී $V(x)$ ශූන්‍යයට සමානද ?

(b) x වල කුමන අගයන් වලදී $V(x)$ අවම වේද ?

(c) පරමාණු දෙක අතර බලය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ගොඩනගන්න. x හි අගය x_0 වන අගයට වඩා අඩු වූ විට පරමාණු දෙක එකිනෙක විකර්ශනය වන බව පෙන්වන්න. x_0 හි අගය කුමක්ද ?

9. කේන්ද්‍ර ආකර්ශිත බලයකට යටත්ව අංශුවක් අරය r වූ වෘතාකාර කක්ෂයක චලිත වේ.

(a) මෙම කක්ෂය ස්ථායී වනුයේ $f(r) > -\frac{r}{3}\frac{\partial f}{\partial r}|_r$ නම් බව පෙන්වන්න. මෙහි $f(r)$ යනු බලයේ විශාලත්වය කෙන්ද්‍රයේ සිට දුර වන r වල ශ්‍රිතයක් වේ.

(b) කෙන්ද්‍රීය බලය $f(r) = \frac{k_2}{r^2} + \frac{k_4}{r^4}$ නම් අරය r_0 වන ස්ථායී වෘතාකාර කක්ශයක් විය හැක්කේ $r_0^2 k_2 > k_4$ නම් පමණක් බව පෙන්වන්න. මෙහි k_2 සහ k_4 නියතයන් වේ.