স্নাতক পাঠক্রম (B.D.P.)

শিক্ষাবর্ষান্ত পরীক্ষা (Term End Examination)

ডিসেম্বর, ২০১৫ ও জুন, ২০১৬

রসায়ন (Chemistry)

ঐচ্ছিক পাঠক্রম (Elective)

ষষ্ঠ পত্র (6th Paper : Physical Chemistry-I)

সময় ঃ দুই ঘন্টা — **পূর্ণমান ঃ ৫০**

Time : 2 hours — Full Marks : 50

(মানের গুরুত্ব ঃ ৭০%)

Weightage of Marks : 70%

পরিমিত ও যথাযথ উত্তরের জন্য বিশেষ মূল্য দেওয়া হবে। অশুদ্ধ বানান, অপরিচ্ছন্নতা এবং অপরিষ্কার হস্তাক্ষরের ক্ষেত্রে নম্বর কেটে নেওয়া হবে। উপান্তে প্রশ্নের মূল্যমান সূচিত আছে।

বিভাগ - ক

১। যে-কোনো **দু'টি** প্রশ্নের উত্তর দিন ঃ ১০ × ২ = ২০

(ক) 1 atm চাপ ও 273 K উষ্ণতায় 1মোল আদর্শ গ্যাসের আয়তন 22·4 L হলে সর্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক R-এর মান উপযুক্ত একক সহ নির্ণয় করুন। S.I. এককে R-এর মান উল্লেখ করুন। ৪

(খ) কোন গ্যাসের (d/p) — P লেখটি প্রকাশ ও ব্যাখ্যা করুন। $P \to 0$ অবস্থায় এই লেখটির গুরুত্ব কী ? ৪

[পরের পৃষ্ঠায় দ্রষ্টব্য

(গ) একটি গ্যাস $P(V-b) = RT$, এই সমীকরণ মেনে চলে। গ্যাসটিকে কি তরলে পরিণত করা সম্ভব ? যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করুন। ২

২। (ক) পৃষ্ঠটান কী ? এর উৎপত্তি কীভাবে হয় ? এর প্রভাবে কী ঘটতে পারে ? এর একক ও ঘাত উল্লেখ করুন। ৪

(খ) তরলের শান্ত বা ধারাবাহিক (laminar) প্রবাহ বলতে কী বোঝায় ? সান্দ্রতা ও সান্দ্রতা গুণাঙ্ক কী ? সান্দ্রতা গুণাঙ্কের ঘাত ও একক উল্লেখ করুন। ৪

(গ) কেলাসের মূলদ ছেদ সম্পর্কিত সূত্রটি (Law of rational intercept) প্রকাশ করুন। ২

৩। (ক) সম্পূর্ণ অবকল (exact differential), আংশিক অবকল (partial differential) ও অবস্থা-অপেক্ষক (state function) কী, উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন। ৫

(খ) তাপগতি বিদ্যার প্রথম সূত্রটি বিবৃত করুন। এর গাণিতিক রূপটি প্রকাশ করুন। ৩

(গ) প্রমাণ করুন ঃ আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে অভ্যন্তরীণ শক্তি কেবলমাত্র উষ্ণতা-নির্ভর। ২

৪। (ক) পরাবর্ত (reversible) ও অপরাবর্ত (irreversible) পদ্ধতি দুটির কিভাবে তুলনা করবেন ? একটি পরাবর্ত, রুদ্ধতাপ প্রসারণের ক্ষেত্রে (আদর্শ গ্যাসের জন্য) প্রমাণ করুন যে PV^{γ} = ধ্রুবক। ৫

(খ) জুল-থমসন প্রসারণ কী ? জুল-থমসন গুণাঙ্ক $\left(\mu_{JT}\right)$ - এর গাণিতিক সংজ্ঞা দিন। এটি কি ঋণাত্মক $\left(\mu_{JT} < 0\right)$ হতে পারে ? ৩

(গ) প্রমাণ করুন, একটি আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = 0$ । ২

বিভাগ - খ

যে-কোনো **তিনটি** প্রশ্নের উত্তর দিন ঃ ৬ × ৩ = ১৮

৫। (ক) ভ্যান ডার ওয়ালসের গ্যাস সমীকরণটি বিবৃত করুন। এই সমীকরণে ব্যবহৃত ধ্রুবক দুটির তাৎপর্য ও একক উল্লেখ করুন। ৩

(খ) বয়েল তাপমাত্রা (T_B) কী ? ভ্যান ডার ওয়ালস্ গ্যাসের ক্ষেত্রে এটির গাণিতিক রূপটি নির্ণয় করুন। ৩

৬। (ক) $P-V$ লেখচিত্রে কার্ণো চক্রের (Carnot cycle) প্রতিটি ধাপ স্পষ্টভাবে চিহ্নিত করুন। কার্ণো ইঞ্জিনের দক্ষতা বলতে কী বোঝায় ? এটির রাশিমালা উল্লেখ করুন। ৪

(খ) এই চক্রের $\int q/_T = 0$-এর তাৎপর্য কী ? ২

৭। (ক) আদর্শ গ্যাসের একমাত্রিক গতিবেগের বন্টনের সমীকরণটি লিখুন। তার থেকে গড় বেগের $\left[< \upsilon_x >\right]$ মান নির্ণয় করুন। ফলাফলের ভৌতিক (physical) ব্যাখ্যা দিন। ৪

(খ) স্পর্শকোণ কী ? ছবিসহ ব্যাখ্যা দিন। ২

৮। (ক) তরলের পৃষ্ঠটান এবং পৃষ্ঠশক্তির মধ্যে সম্পর্কটি স্থাপন করুন। ৩

(খ) গ্যাস ও তরলের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক উষ্ণতার সাথে কিভাবে পরিবর্তিত হয় উল্লেখ করুন। ৩

৯। (ক) ব্রাভাইস জালক বলতে কি বোঝায় ? এই জালকের সংখ্যা ক'টি —ব্যাখ্যা করুন। ৩

(খ) কেলাস জালকে (lattice) দুটি পাশাপাশি (hkl) তলের দূরত্ব (d_{hkl})-এর গাণিতিক রাশিমালা নির্ণয় করুন। ৩

১০। (ক) ভ্যান ডার ওয়ালস্ গ্যাসের $P-V$ লেখটি প্রকাশ করুন। লেখটির বিভিন্ন অংশের তাৎপর্য ব্যাখ্যা করুন। ৪

(খ) একটি অবয়ব কেন্দ্রিক ঘনকাকার কেলাসের শতকরা কত ভাগ ফাঁকা থাকে নির্ণয় করুন। ২

বিভাগ - গ

যে-কোনো **চারটি** প্রশ্নের উত্তর দিন ঃ ৩ × ৪ = ১২

১১। ভ্যান ডার ওয়ালস্ গ্যাসের a ও b এই ধ্রুবক দুটির সাহায্যে সংকট ধ্রুবক $(P_c,\ V_c,\ T_c)$-এদের মান প্রকাশ করুন।

১২। কঠিনের তাপগ্রাহীতা সম্পর্কিত আইনস্টাইনের তত্ত্বের মূল প্রতিপাদ্য ও সীমাবদ্ধতা নথিভুক্ত করুন।

১৩। 1 atm, 300 K, 1 L নাইট্রোজেন গ্যাসে মোট সংঘর্ষ সংখ্যা নির্ণয় করুন। অণুর ব্যাস = $1{\cdot}87 \times 10^{-8}$ cm.

১৪। 10 atm চাপে, 300 K উষ্ণতায় 1 mol আদর্শ গ্যাসকে রুদ্ধতাপ পদ্ধতিতে, স্থায়ী বহিঃচাপের বিরুদ্ধে 10 atm থেকে 1 atm চাপে প্রসারিত করা হল। চূড়ান্ত উষ্ণতা, ΔU ও W-এর মান নির্ণয় করুন।

১৫। প্রমাণ করুন ঃ $\mu_{J-T} = -\frac{1}{C_P}\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T$

১৬। প্রমাণ করুন ঃ $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P$

১৭। ব্রাগের (Bragg) সমীকরণটি লিখুন এবং পদগুলি ব্যাখ্যা করুন। এই সমীকরণটির উপযোগিতা কী ?

১৮। 1 cc আয়তনের একটি তরল ফোঁটাকে (drop) 10^{-4}cm ব্যাসার্ধের কয়েকটি ফোঁটায় ভাঙা হ'লে শক্তির কি পরিবর্তন হবে ? [$\gamma = 71{\cdot}2$ dynes cm^{-1}]

১৯। কোন্ শর্তে নিম্নের সমীকরণগুলি মান্যতা পায় উল্লেখ করুন ঃ

(i) $\Delta U = 0$ (তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র)

(ii) $\Delta S > 0$ (তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র)

(iii) $dS = {dq}/{T}$ (তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র)

(English Version)

Special credit will be given for precise and correct answer. Marks will be deducted for spelling mistakes, untidiness and illegible handwriting. The figures in the margin indicate full marks.

Group-A

Answer any *two* questions. 10 × 2 = 20

1. (a) Volume of one mole of an ideal gas at 1 atm pressure and 273 K temperature is 22·4 L. Find the value with proper unit of the universal gas constant R.

Mention its value in S.I. unit. 4

(b) Give the (d/p) *vs* P diagram for a gas and explain. Give its significance at $P \rightarrow 0$ condition. 4

(c) A gas follows the equation $P(V-b)=RT$. Explain with argument whether the gas can be liquefied or not. 2

2. (a) What is 'surface tension' ? Give its origin and the probable effect. Mention its dimension and unit. 4

(b) What do you mean by 'laminar flow' of a liquid ? What are viscosity and viscosity coefficient ? Mention the unit and dimension of the coefficient. 4

(c) State the law with respect to rational intercept' of crystal. 2

3. (a) What are exact differential, partial differential and state function ? Explain with example. 5

(b) State the first law of thermodynamics. Mention its mathematical form. 3

(c) Establish that internal energy of an ideal gas depends on T (temperature) only. 2

4. (a) Compare between reversible and irreversible changes. Establish that for a reversible, adiabatic expansion by an ideal gas PV^{γ} = constant. 5

(b) What is Joule-Thomson expansion. Give the mathematical definition of Joule-Thomson co-efficient (μ_{JT}). Can it ($\mu_{JT} < 0$) be negative ? 3

(c) Establish that for an ideal gas $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = 0$. 2

Group-B

Answer any *three* questions. 6 × 3 = 18

5. (a) State the van der Walls equation of state for a gas. Mention the significance and the units of the constants used in the equation. 3

(b) What is Boyle temperature (T_B) ? Deduce the mathematical expression of Boyle temperature (T_B) for a van der Walls gas. 3

6. (a) Give the P –V diagram for Carnot cycle mentioning each step clearly. What is efficiency of a Carnot engine ? Give its expression. 4

(b) $\int {}^{q}/_{T} = 0$ for the above cycle. What does it signify ? 2

7. (a) Give the expression of one dimensional velocity distribution of an ideal gas. Hence find the value of average velocity $< v_x >$. Give the physical interpretation of the result. 4

(b) Explain with diagram : 'contact angle'. 2

8. (a) Establish the relation between surface tension and surface energy. 3

(b) How does viscosity coefficient change with temperature for a liquid and for a gas ? Mention. 3

9. (a) What is Bravais lattice ? Explain the number of such lattice. 3

(b) Establish the expression for the distance (d_{hkl}) between two successive (hkl) planes in the crystal lattice. 3

10. (a) Give the $P - V$ diagram of a van der Walls gas. Explain the significance of the different regions of the curve. 4

(b) Find the percentage of empty space (%) of a face-centered cubic crystal. 2

Group-C

Answer any *four* questions. $3 \times 4 = 12$

11. Express the critical constants $(P_c,\ V_c,\ T_c)$ in terms of the van der Waals constants a and b.

12. Mention the main idea of Einstein about heat capacity of solid. Also mention its limitation.

13. Find the total collision number of molecules in 1L nitrogen gas at 1 atm, 300 K.
[diameter of molecule $= 1{\cdot}87 \times 10^{-8}$ cm].

14. 1 mol of ideal gas taken at 10 atm, 300 K is expanded adiabatically against a constant pressure of 1 atm. Find the final temperature, ΔU and W for the process.

15. Prove that : $\mu_{J-T} = -\dfrac{1}{C_P}\left(\dfrac{\partial H}{\partial P}\right)_T$

16. Prove that : $\left(\dfrac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\dfrac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P$.

17. Write the Bragg's equation. Explain the terms of the Bragg's equation. Mention the utility of this equation.

18. A single drop of a liquid of 1 cc volume is broken into a number of smaller drops, each of equal radius of 10^{-4}cm. Find the change in energy. [$\gamma = 71{\cdot}2$ dynes cm^{-1}]

19. Mention the condition in which the following relations are valid :

    (i) $\Delta U = 0$ (first law of thermodynamics)

    (ii) $\Delta S > 0$ (second law of thermodynamic)

    (iii) $dS = \bar{d}q/T$ (second law of thermodynamic).