



सत्यमेव जयते

भारत सरकार/Government of India  
अंतरिक्ष विभाग/Department of Space  
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन/Indian Space Research Organisation  
इसरो नोदन कॉम्प्लेक्स/ ISRO Propulsion Complex  
महेंद्रगिरि/Mahendragiri – 627 133



**वैज्ञानिक/इंजीनियर-एससी (रासायनिक) के पद पर चयन हेतु लिखित परीक्षा**  
**Written test for selection to the post of Scientist/Engineer 'SC'(Chemical)**

Question Booklet Code

**A**

No. of Questions: 50

Date: 03.04.2016

Maximum Marks: 50

Time: 10.30 hrs to 12.00 hrs (1 ½ hrs)

**अभ्यर्थियों के लिए अनुदेश/Instructions to the Candidates**

1. The question paper is in the form of test booklet. All candidates will be assessed on identical questions.
2. A separate **OMR** answer sheet is provided to all candidates for answering.
3. Each objective question is provided with a text and/or figures wherever applicable with multiple **answer choices (a), (b), (c) and (d)**. Only one among them is correct and most appropriate answer shall be selected.
4. Read the instructions on the **OMR** sheet carefully. Use only **Ball Point Pen (Blue/Black)** for writing on OMR sheet and marking the most appropriate answer.
5. All objective type questions carry equal marks of **ONE** for a correct answer and **One third negative mark will apply for each wrong answer**.
6. **Multiple answers** for a question will be regarded as a wrong answer.
7. Although the test stresses on accuracy more than speed, it is important for you to use your time as effectively as possible.
8. Do not waste time on questions, which are too difficult for you. You can go on to other questions and come back to the difficult ones later.
9. Question booklets have been marked with **A** or **B** or **C** or **D** or **E** on the right side top corner, which is mandatory to be written on the OMR sheet in the box and bubble appropriately, failing which, the answer sheet will not be evaluated.
10. Space available in the booklet could be used for rough work, if required. No separate sheet will be provided.
11. Before signing the attendance sheet, the candidate should write the Booklet Code in the attendance sheet. Candidates should sign against their names only.
12. **At the end of the test (1) Written Test Call Letter(s) with photograph pasted on it and (2) OMR Answer Sheet should be handed over to the invigilator and shall not be carried by the candidate under any circumstances.**

\*\*\*\*\*

x	log <sub>e</sub> x	x	log <sub>e</sub> x
1	0.0	6	1.791759
2	0.693147	7	1.945910
3	1.098612	8	2.079442
4	1.386294	9	2.197225
5	1.609438	10	2.302585

1. एक अनावृत तापवेद्युत युग्म को एक रक्षी आच्छद से आवृत करने पर अनुक्रिया.....होती है।  
When a bare thermocouple is covered by a protective sheath, the response becomes:
- (A) तेज़तर एवं दोलनात्मक/Faster and oscillatory  
(B) तेज़तर एवं अदोलनात्मक/Faster and non-oscillatory  
(C) मंदतर एवं दोलनात्मक/Slower and oscillatory  
(D) मंदतर एवं अदोलनात्मक/Slower and non-oscillatory
2. चार निवेशों, जिनका फलन नीचे दिया गया है, में से एक अनाबद्ध निवेश को पहचानें।  
Identify an unbounded input from four inputs whose functions are given below:
- (A)  $\frac{1}{s}$                       (B)  $\frac{1}{s^2}$                       (C)  $\frac{1}{(1+s^2)}$                       (D) 1
3. एक आदर्श परियोजना के लिए संचयी रोकड़ प्रवाह कब शून्य होता है?  
For a typical project, the cumulative cash flow is zero at the
- (A) परियोजना काल के अंत में/End of the project life  
(B) अभिकल्पना चरण के अंत में/End of the design phase  
(C) संतुलन स्तर में/Break even point  
(D) परियोजना के प्रारंभ में/Start of project
4. रैखिक आश्रितता वाले फलनों का सेट चुनें।  
Choose the correct set of functions, which are linearly dependent
- (A)  $\cos x, \sin x, \tan x$                       (B)  $\sin x, \sin^2 x, \cos^2 x$   
(C)  $\cos 2x, \sin x, \cos x$                       (D)  $\cos 2x, \sin^2 x, \cos^2 x$
5.  $A+2B \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} C + 3D$  अभिक्रिया, द्रव्यमान अनुपाती अभिक्रिया का अनुसरण करती है। निम्नलिखित में से कौन-सा दर व्यंजक(r) सही है?  
The reaction  $A+2B \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} C + 3D$  follows mass action kinetics. Which of the following is the correct rate expression (r)?
- (A)  $r = k_1 C_A C_B - k_2 C_C C_D$                       (B)  $r = k_1 C_A C_B^2$   
(C)  $r = k_1 C_A C_B^2 - k_2 C_C C_D^3$                       (D)  $r = k_1 C_A C_B + k_2 C_C C_D$

6. गोलाकार समतापी सरंध्र उत्प्रेरक पेल्लेट में एक प्रथम कोटि अभिक्रिया  $A \rightarrow B$  होती है। पेल्लेट के केंद्र पर अगर 'A' का संकेंद्रण उसके बाह्य तल से काफी कम है तो वह प्रक्रिया..... है।  
A first order reaction  $A \rightarrow B$  occurs in an isothermal porous catalyst pellet of spherical shape. If the concentration of the 'A' at the centre of the pellet is much less than that at the external surface, the process is
- (A) पेल्लेट के अंदर विसरण द्वारा सीमित/limited by diffusion within the pellet.  
(B) अभिक्रिया द्वारा सीमित/limited by reaction.  
(C) विसरण तथा अभिक्रिया से स्वतंत्र/Independent of diffusion and reaction.  
(D) निम्नतर थोले मापांक मूल्य द्वारा वर्णित/described by lower Thiele Modulus value

7. गैस के समतापी संपीड्यता की परिभाषा ----- है।  
Isothermal compressibility of a gas is defined as

(A)  $\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$       (B)  $\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$       (C)  $-\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$       (D)  $-\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$

8. स्थिर तापमान व दाब पर रासायनिक अभिक्रिया साम्य के लिए मापदंड ..... है।  
The criterion for chemical reaction equilibrium at constant temperature and pressure is

(A)  $\sum \nu_i \mu_i = 0$       (B)  $\sum \nu_i = 0$       (C)  $\sum \mu_i = 0$       (D)  $\sum a_i = 0$

||

जहाँ/Where  $\nu_i$  = एक रासायनिक अभिक्रिया में रासायनिक प्रजाति के रससमीकरणमितीय गुणांक/

Stoichiometric coefficients of chemical species in a chemical reaction

$\mu_i$  = i प्रजातियों के रासायनिक विभव/ Chemical potential of species i

$a_i$  = i प्रजातियों की गतिविधि/activity of species i

9. 298K पर गैसीय प्रोपेन ( $C_3H_8$ ) का GHV (सकल तापन मान) 2219.7 KJ/mol है। इसका NHV (नेट तापन मान) कितना है? 298K पर जल की गुप्त ऊष्मा 2442.5 KJ/kg. है।  
The GHV (gross heating value) of gaseous propane ( $C_3H_8$ ) is 2219.7 KJ/mol at 298K. Calculate its NHV (net heating value). Latent heat of water at 298K is 2442.5 KJ/kg.
- (A) 2220 KJ/mol      (B) 2044 KJ/mol      (C) 223 KJ/mol      (D) 2210 KJ/mol

10.  $CS_2$  वाष्प तथा वायु के मिश्रण में आयतन का 23.32%,  $CS_2$  है। 20°C तथा 740 mm.Hg दाब पर मिश्रण की आपेक्षिक संतृप्ति (saturation) की प्रतिशतता कितनी है? 20°C पर  $CS_2$  का वाष्प दाब 300 mm.Hg है।  
A mixture of  $CS_2$  vapour and air contains 23.32%  $CS_2$  by volume. What is the relative percent saturation of the mixture at 20°C and 740 mm.Hg pressure. Vapour pressure of  $CS_2$  at 20°C is 300 mm.Hg

(A) 40%      (B) 23%      (C) 68%      (D) 58%

11. अधिक उच्च रेनॉल्ड्स संख्या ( $> 10^4$ ) पर चलने वाली एक मिश्रण टंकी में अगर इम्पेल्लर का व्यास दुगुना कर दिया जाता है (शेष अन्य स्थितियाँ अपरिवर्तित), तो अपेक्षित पावर.....के प्रभाज से बढ़ता है।  
In a mixing tank operating at very high Reynolds number ( $> 10^4$ ), if the diameter of the impeller is doubled (other conditions remaining constant), the power required increases by a factor of
- (A) 1/32                      (B) 1/4                      (C) 4                      (D) 32
12. स्थिर दाब विभेदी के अधीन एक क्षैतिज वर्तुल पाइप से होनेवाले स्तरिय प्रवाह में तरल का वेग तथा तरल की श्यानता ( $\mu$ ) का संबंध है.....।  
In a laminar flow through a horizontal circular pipe under fixed pressure differential, the velocity of the fluid is related to fluid viscosity ( $\mu$ ) as
- (A)  $\mu$                       (B)  $\mu^{-1.5}$                       (C)  $\mu^{-1}$                       (D)  $\mu^{1.5}$
13. एक बहु प्रभावी उदवाष्पन प्रणाली की भाप मितव्ययिता की परिभाषा.....है।  
Steam economy of a multiple effect evaporator system is defined as
- (A) प्रति घंटा प्रयुक्त भाप का किलोग्राम/kilogram of steam used per hour  
(B) प्रभरित भाप के प्रत्येक किलोग्राम के लिए सभी प्रभावों में उपभुक्त भाप का किलोग्राम  
Kilogram of steam consumed in all the effects for each kilogram of steam fed  
(C) प्रति घंटा वाष्पित जल के प्रत्येक किलोग्राम के लिए सभी प्रभावों में प्रयुक्त भाप का किलोग्राम  
Kilogram of steam used in all the effects for each kilogram of water vaporized per hour  
(D) प्रभरित भाप के प्रत्येक किलोग्राम के लिए सभी प्रभावों से वाष्पित जल का किलोग्राम  
Kilogram of water vaporized from all the effects for each kilogram of steam fed.
14. 10 kg/s दर पर प्रवहित तनूकृत जलीय विलयन की प्रक्रम धारा का तापन किया जाना है। तापन के लिए 95°C पर संघनित भाप उपलब्ध है, 10 kg/s दर पर A 1-1 कोश-नलिका ऊष्मा विनिमयित्र भी उपलब्ध हैं। सबसे अच्छी व्यवस्था.....है।  
A process stream of dilute aqueous solution flowing at the rate of 10 kg/s is to be heated. Steam condensate at 95°C is available for heating purpose, also at a rate of 10 kg/s. A 1-1 shell and tube heat exchanger is available. The best arrangement is
- (A) कोश पक्ष पर प्रक्रम धारा के साथ प्रतिप्रवाह/Counter flow with process stream on shell side  
(B) नलिका पक्ष पर प्रक्रम धारा के साथ प्रतिप्रवाह/Counter flow with process stream on tube side  
(C) कोश पक्ष पर प्रक्रम धारा के साथ समांतर प्रवाह/Parallel flow with process stream on shell side  
(D) नलिका पक्ष पर प्रक्रम धारा के साथ समांतर प्रवाह/Parallel flow with process stream on tube side
15. एक आसवन प्रचालन में संपूर्ण पश्चवाही न्यूनतम.....की अपेक्षा रखती है  
Total reflux in a distillation operation requires minimum
- (A) पुनःक्वथित्र भार/Re-boiler load                      (B) संघनित्र भार/Condenser load  
(C) प्लेटों की संख्या/Number of plates                      (D) सभी/All

16. ग्राशॉफ संख्या..... है।/The Grashof Number is

- (A) तापीय विसरणशीलता/द्रव्यमान विसरणशीलता/Thermal diffusivity/mass diffusivity  
(B) जड़त्वीय बल/पृष्ठ तनाव बल/Inertial force/surface tension force  
(C) श्यान बल/उत्प्लावक बल/viscous force /Buoyancy force  
(D) उत्प्लावक बल/ श्यान बल/Buoyancy force/viscous force

17. निःसादित मड (settled out mud) से चीनी का घोल अलग करने के लिए ..... फिल्टर का प्रयोग किया जाता है।

Filter used for separating sugar solution from settled out mud is,

- (A) स्परक्लर फिल्टर/Sparkler filter (B) प्लेट एवं फ्रेम फिल्टर/plate and frame filter  
(C) अपकेंद्री फिल्टर/Centrifugal filter (D) रोटरी ड्रम निर्वात फिल्टर/rotary drum vacuum filter

18. प्रवाह संख्या  $N_Q$  की परिभाषा ..... है।/Flow number  $N_Q$  is defined by,

- (A)  $\frac{nD_a^3}{q}$  (B)  $\frac{n^3 D_a^5 \rho}{Pg_c}$  (C)  $\frac{q}{nD_a^3}$  (D)  $\frac{Pg_c}{n^3 D_a^5 \rho}$

$n$  : इम्पेल्लर का घूर्णन चाल/rotational speed of impeller

$D_a$  : इम्पेल्लर का व्यास/diameter of impeller

$\rho$  : घनत्व/density

$q$  : इम्पेल्लर से आयतनी प्रवाह दर/volumetric flow rate through impeller

$P$  : पावर/power

19. ....से ट्यूबरहित टायर का निर्माण किया जा सकता है।/Tubeless tyres can be made from,

- (A) एस बी आर/S B R (B) ब्यूटाइल रबर/butyl rubber  
(C) सिलिकॉन रबर/silicone rubber (D) नाइट्राइल रबर/nitrile rubber

20. एक तंतु की तनन शक्ति.....के समतुल्य है।/Tensile strength of a fiber is equal to,

- (A) विशिष्ट गुरुत्व X लगिष्णुता/Specific gravity X tenacity  
(B) 12800 X विशिष्ट गुरुत्व X लगिष्णुता/12800 X specific gravity X tenacity  
(C) (विशिष्ट गुरुत्व X लगिष्णुता)/12800/(Specific gravity X tenacity)/12800  
(D) (12800 X लगिष्णुता) /विशिष्ट गुरुत्व/(12800 X tenacity)/specific gravity

जहाँ लगिष्णुता g/denier में दिया गया है/Where, tenacity is given in g/denier

21. तेल.....हैं।/Oils are,

- (A) ग्लिसराइडों का मिश्रण/A mixture of glycerides  
(B) वसा अम्लों (fatty acids) के ग्लिसराइडों का मिश्रण/A mixture of glycerides of fatty acids  
(C) ग्लिसरिन को छोड़कर ऐल्कोहॉलों का एस्टर/Ester of alcohols other than glycerin  
(D) उपर्युक्त में से कोई नहीं/None of the above

22. निम्नलिखित में से उच्चतम कैलोरी मान वाला ईंधन कौन-सा है?  
Which of following fuels have highest calorific value,
- (A) कोयला/coal (B) मिट्टी का तेल/Kerosene  
(C) प्राकृतिक गैस/Natural Gas (D) फर्नेस तेल/furnace oil
23. कालांक  $\tau$  तथा अपरिवर्ती अवस्था लाभ  $K_p$  से युक्त एक प्रथम कोटि तंत्र का आवेग अनुक्रिया एकक.....है।  
A unit Impulse response of a first order system with time constant  $\tau$  and steady state gain  $K_p$  is given by
- (A)  $K_p e^{-t/\tau}$  (B)  $\frac{K_p}{\tau} e^{-t/\tau}$  (C)  $\tau K_p e^{-t/\tau}$  (D)  $\frac{1}{K_p \tau} e^{t/\tau}$
24. प्रति वर्ष 10,000 tonnes उत्पादन क्षमतावाले एक रासायनिक संयंत्र में द्रव्यमान आधार पर 50% (उत्पाद का कि.ग्रा. प्रतिकच्चे माल का कि.ग्रा.) का कुल उत्पादन है। कच्चे माल की कीमत रु. 60,000/- प्रति टन है। रु. 25 करोड़ के निवेश सहित प्रक्रिया रूपांतरण द्वारा कुल उत्पाद को बढ़ाकर 60% करने का प्रस्ताव है। अतिरिक्त लाभ द्वारा निवेशित राशि ..... सालों में वसूल की जा सकती है।  
A chemical plant with production capacity 10,000 tonnes per year has an overall yield of 50%, on mass basis (Kg. of product per Kg. of raw material). The raw material costs Rs.60,000/- per ton. A process modification is proposed to increase the overall yield to 60% with an investment of Rs.25 cores. With the additional profit, the invested amount can be recovered:
- (A) एक साल के अंदर/within 1 year (B) दो साल के अंदर/within 2 years  
(C) तीन साल के अंदर/within 3 years (D) चार साल के अंदर/within 4 years
25. एक संरचना की वर्तमान संस्थापन-लागत रु.13,000/- है। अगर दैनिक मज़दूरी, चालू मज़दूरी के 1/5 बढ़ाया जाता है और कार्यसमय, वर्तमान अवधि का 1/24 घटाया जाता है तो नई संस्थापन-लागत रुपयों में कितनी है?  
The current erection cost of a structure is Rs.13,000/-. If the labour wages per day is increased by 1/5 of the current wages and the working hours is decreased by 1/24 of the current period, then the new cost of the erection in rupees is:
- (A) 10,120 (B) 15,180 (C) 14,950 (D) 16,500
26. यदि  $3 \leq x \leq 5$  तथा  $8 \leq y \leq 11$  है, तो निम्नलिखित में से कौन-सा विकल्प सही है?  
If  $3 \leq x \leq 5$  and  $8 \leq y \leq 11$  then which of the following option is true?
- (A)  $\frac{3}{11} \leq \frac{x}{y} \leq \frac{5}{8}$  (B)  $\frac{3}{5} \leq \frac{x}{y} \leq \frac{8}{5}$   
(C)  $\frac{3}{11} \leq \frac{x}{y} \leq \frac{8}{5}$  (D)  $\frac{3}{5} \leq \frac{x}{y} \leq \frac{8}{11}$

27. यदि 'a' एक स्थिरांक है, समाकल  $\int_0^{\infty} xe^{-ax} dx$  का मान ..... है।

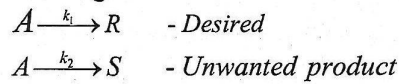
If 'a' is a constant, the value of the integral  $\int_0^{\infty} xe^{-ax} dx$  is

- (A)  $\frac{1}{a^2}$                       (B) a                      (C) 1                      (D) 0

28. मैक्सवेल-स्टेफान समीकरण .....का प्रतिनिधित्व करता है।  
Maxwell - Stefan equations represent

- (A) गैस मिश्रणों से ऊष्मा अंतरण/Heat transfer through gas mixtures  
(B) बहु घटकीय अनुक्रिया साम्य/Multi component reaction equilibrium  
(C) गैस मिश्रणों का बहु घटकीय विसरण/ Multi component diffusion of gas mixtures  
(D) उपर्युक्त में से कोई नहीं/None of the above

29. दिए गए अनुक्रिया योजना के लिए/For a given reaction scheme



जहाँ/where  $\frac{r_R}{r_S} = \frac{k_1}{k_2} C_A^{a_1 - a_2}$

$a_1, a_2$  वांछित व अवांछित अभिक्रिया के क्रम हैं। यदि  $a_1 > a_2$  है, तो निम्नलिखित में से कौन-सी उक्ति सही है?  
 $a_1, a_2$  are orders of desired and undesired reactions. If  $a_1 > a_2$ , which of the following statement is correct?

- (A) R के संरूपण के लिए उच्च  $C_A$  सांद्रता वांछनीय है।  
High  $C_A$  concentration is desirable for formation of R.  
(B) प्लग प्रवाह अनुक्रियक R के संभवन का समर्थन करेगा।  
Plug flow reactor would favour formation of R.  
(C) R के संभवन के लिए फीड से हासमान अक्रिय वांछनीय है।  
Decreasing inerts from the feed is desirable for formation of R.  
(D) उपर्युक्त में से सभी/All of the above.

30. आदर्श गैस के एक ग्रामअणुक के समतापी प्रसार, जिससे उसका आयतन दुगुना हो जाए, से प्राप्य अधिकतम कार्य . . . . . के बराबर होगा।

The maximum work obtainable from isothermal expansion of one mole of ideal gas expanding to twice its volume is equal to

- (A) 0.693 RT                      (B) 0.693                      (C) RT                      (D) 0.346 RT

31.  $\mu_i =$  एक घोल में, घटक 'i' के रासायनिक विभव को.....द्वारा प्रस्तुत किया जाता है।  
 $\mu_i =$  Chemical potential of component 'i' in a solution is represented as

(A)  $\left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T,P,n_{j \neq i}}$  (B)  $\left(\frac{\partial U}{\partial n_i}\right)_{S,P,n_{j \neq i}}$  (C)  $\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_{P,n_i}$  (D)  $\left(\frac{\partial A}{\partial n_i}\right)_{S,V,n_{j \neq i}}$

32. परोक्ष रूप से ज्वालित तापक में, क्लोरिनेटेड डाइफिनायल को 4000 kg/hके दर से 313Kसे553Kतक तप्त किया जाता है। नियत तापमान श्रेणी में, तरल की ताप क्षमता को निम्नानुसार दिया गया है-  
 Chlorinated diphenyl is heated from 313K to 553K at the rate of 4000 kg/h in an indirectly fired heater. The heat capacity of the fluid at this particular temperature range is given as

$$C_p = 0.7511 + 1.465 \times 10^{-3} T \text{ (KJ/Kg.K.)}$$

जहां T केल्विन में है/Where T is in Kelvin.

तापक में तरल के लिए देय ताप का परिकलनKW में करें।

Calculate the heat to be supplied to the fluid in the heater in KW.

- (A) 332 (B) 369 (C) 22140 (D) 19920

33.  $\text{CH}_4 - 94\%$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6 - 3\%$  तथा  $\text{N}_2 - 3\%$  के संयोजन (mol %) से युक्त एक प्राकृतिक गैस को  $25^\circ\text{C}$  व  $3.0 \text{ atm}$  दाब में एक कुएं से पाइप द्वारा निकाला जाता है। यदि मानें कि आदर्श गैस नियम मान्य है, तो गैस के घनत्व का पता लगाएं।

A natural gas having composition (mol %)  $\text{CH}_4 - 94\%$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6 - 3\%$  and  $\text{N}_2 - 3\%$  is piped from the well at  $25^\circ\text{C}$  and  $3.0 \text{ atm}$ . pressure. Assuming the ideal gas law is valid, find out the density of the gas

$$R = 0.082 \frac{\text{atm. m}^3}{\text{Kmol K}}$$

- (A)  $0.1228 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$  (B)  $2.06 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$  (C)  $2.06 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$  (D)  $0.1228 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$

34. पूर्ण रूप से विकसित एक प्रक्षुब्ध प्रवाह के लिए, एक पैकड अनुक्रियक के चारों ओर का दाब पात आभासी वेग ..... के आधार पर बदलता है।

For fully developed turbulent flow, the pressure drop across a packed reactor varies with superficial velocity,

- (A)  $V^{2/3}$  (B)  $V^{3/2}$  (C)  $V^2$  (D)  $V^{-2}$

35. एक आदर्श सीएसटीआर का आवास समय वितरण..... है।

The residence time distribution of an ideal CSTR is

- (A)  $\frac{1}{\tau} \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$  (B)  $\tau \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$  (C)  $\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$  (D)  $\frac{1}{\tau} \exp\left(-\frac{\tau}{t}\right)$

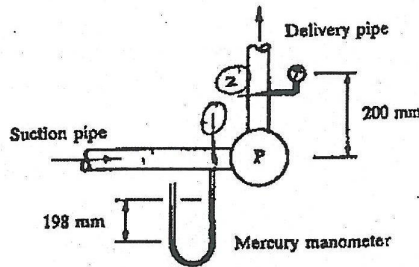


36. एक पाइप में यदि ऊष्मा अंतरण के लिए न्युसेल्ट सं. (Nu) रेनॉल्ड सं. (Re) के अनुसार  $Nu \propto Re^{0.8}$  के रूप में बदलती है तो, पाइप में स्थिर औसत वेग के लिए, ऊष्मा अंतरण गुणांक, पाइप व्यास  $D$  के साथ ..... में बदलता है।  
If the Nusselt number (Nu) for heat transfer in a pipe varies with Reynolds number (Re) as  $Nu \propto Re^{0.8}$ , then for constant average velocity in the pipe, the heat transfer coefficient varies with the pipe diameter  $D$  as  
(A)  $D^{-1.8}$  (B)  $D^{-0.2}$  (C)  $D^{0.2}$  (D)  $D^{1.8}$
37. एक द्वि पाइप ऊष्मा विनिमयक में, आंतरिक पाइप का ID व OD क्रमशः 4 cm व 5 cm हैं। 1 cm की भित्ति मोटाई के साथ बाहरी पाइप का ID 10 cm है। तब, ऊष्मा अंतरण व दाब पात के लिए वल्यिका के तुल्य व्यास (cm में) क्रमशः ..... हैं।  
In a double pipe heat exchanger the ID & OD of the inner pipe are 4 cm & 5 cm respectively. The ID of the outer pipe is 10 cm with a wall thickness of 1 cm. Then, the equivalent diameters (in cm) of the annulus for heat transfer and pressure drop respectively are  
(A) 15, 5 (B) 21, 6 (C) 6, 19 (D) 15, 21
38. निम्नलिखित में से कौन-से संयोजनों में अवशोषण प्रचालन गैस-फिल्म नियंत्रित बन जाता है।  
For which of the following combinations, does the absorption operation become gas-film controlled?  
P. द्रव में गैस की विलेयता अत्यधिक हो/The solubility of gas in the liquid is very high  
Q. द्रव में गैस की विलेयता अति निम्न हो/The solubility of gas in the liquid is very low  
R. द्रव पक्ष द्रव्यमान अंतरण गुणांक, गैस पक्ष द्रव्यमान अंतरण गुणांक से बहुत अधिक हो।  
The liquid-side mass transfer coefficient is much higher than the gas-side mass transfer coefficient  
S. द्रव पक्ष द्रव्यमान अंतरण गुणांक, गैस पक्ष द्रव्यमान अंतरण गुणांक से बहुत कम हो।  
The liquid-side mass transfer coefficient is much lower than the gas-side mass transfer coefficient  
(A) P & Q (B) P & R (C) P & S (D) Q & R
39. आंतरिक व्यास 2 mm तथा बाह्य व्यास 2.4 mm के एक वल्यिका का द्रवचालित व्यास ..... है।  
Hydraulic diameter of an annulus of inner diameter 2 mm and outer diameter 2.4 mm is,  
(A) 0.4 mm (B) 2.2 mm (C) 0.8 mm (D) 1.2 mm
40.  $10 \mu\text{m}$  व्यास का एक कण, स्टोक्स नियम के अधीन, 0.85 के विशिष्ट घनत्व तथा 15 poise श्यानता से युक्त तेल में ठोस हो जाता है। उसी तेल में ठोस हो रहे  $20 \mu\text{m}$  व्यास से युक्त एक B कण में निःसादन वेग ..... होगा।  
A particle of diameter  $10 \mu\text{m}$  settles in an oil of specific gravity 0.85 and viscosity 15 poise under Stoke's law. A particle B with diameter  $20 \mu\text{m}$  setting in the same oil will have a settling velocity,  
(A) A के समान/Same as that of A (B) A का एक चौथा/one-fourth of A  
(C) A से दोगुना/Twice as that of A (D) A से चौगुना/four times as that of A

41. 30 cm व्यास के एक संकुलित संस्तर को 3.2 mm व्यास के गोलीय ग्लास कण से संकुलित किया जाता है। यदि संस्तर 60% सरंध्र है तो संकुलित संस्तर से प्रवाह के अनुरूप द्रवचालित व्यास कितना है?  
A packed bed of 30 cm diameter is packed with spherical glass particles of 3.2 mm dia. If the bed is 60% porous, what is the hydraulic diameter corresponding to flow through packed bed,
- (A) 1.2 mm                      (B) 2.2 mm                      (C) 3.2 mm                      (D) 4.2 mm
42. बहु अनुक्रियाओं के लिए/For multiple reactions  
 $2A \rightarrow R$   
 $2R \rightarrow S$
- Sके ग्राम अणुक संख्या की गणना करें, जबकि A व R की ग्राम अणुक संख्या क्रमशः 0.3 व 0.5 है (प्रारंभतः A के 2 ग्राम अणुक ही हैं)।  
Calculate the number of moles of S present when the no. of moles of A and R are 0.3 & 0.5 respectively. (Initially 2 moles of A are only present)
- (A) 0.125                      (B) 0.175                      (C) 0.535                      (D) 0.350
43. 353 K में, दोनों A व B आमिश्रों में 93.30 kPa का वाष्प दाब है। इस तापमान में, A व B मिश्रण A के 50% (mol%) से युक्त स्थिरकवाथी (azeotrope) उत्पन्न करता है तथा 127.96 kPa के दाब का दबाव डालता है। 353 K में, 25% (mol%) A से युक्त एक द्रव घोल पर साम्य वाष्प संयोजन की गणना करें।  
At 353 K, compounds A and B each has vapour pressures of 93.30 kPa. At this temperature, mixture of A and B form azeotrope containing 50% (mol%) of A and exerts a pressure of 127.96 kPa. Calculate the equilibrium vapour composition at 353 K over a liquid solution containing 25% (mol%) A.
- (A) 38.5%                      (B) 61.5%                      (C) 27%                      (D) 81%
44. नाइट्रीकरण प्रक्रिया के उपरांत भुक्तशेष अम्ल (A) में भार के अनुसार 33%  $H_2SO_4$ , 36%  $HNO_3$  तथा 31% जल रहता है। 95%  $H_2SO_4$  से युक्त सांद्रित सल्फ्यूरिक अम्ल (B) तथा 78%  $HNO_3$  से युक्त सांद्रित नाइट्रिक अम्ल (C) के योग द्वारा अम्ल को प्रबलित करना है। प्रबलित मिश्रित अम्ल में 40%  $H_2SO_4$  व 43%  $HNO_3$  होना है। यदि 1500 Kg का मिश्रित अम्ल अपेक्षित है, तो मिश्रित करने के लिए आवश्यक भुक्तशेष अम्ल तथा सांद्रित अम्लों (in Kg) की मात्रा ..... है।  
The spent acid (A) from a nitrating process contains 33%  $H_2SO_4$ , 36%  $HNO_3$  and 31% water by weight. The acid is to be strengthened by the addition of concentrated sulphuric acid (B) containing 95%  $H_2SO_4$  and concentrated nitric acid (C) containing 78%  $HNO_3$ . The strengthened mixed acid is to contain 40%  $H_2SO_4$  and 43%  $HNO_3$ . If 1500 Kg of mixed acid is required, the quantities of spent acid and concentrated acids (in Kg) to be mixed are:
- (A) A = 217                      (B) A = 200                      (C) A = 1331                      (D) A = 1250  
           B = 556                      B = 580                      B = 169                      B = 0  
           C = 727                      C = 720                      C = 0                      C = 250

45. एक अपकेंद्री पंप में 100 mm व्यास का चूषण पाइप तथा 75 mm व्यास का निकास पाइप है। 15 l/s का जल विसर्जित करते समय, एक लिंग वायुमंडल में उच्छादित करते हुए इनलेट जल मर्क्युरी मैनोमीटर में 198 mm का निर्वात विक्षेप अंकित किया गया; चूषण पार्श्व में मर्क्युरी स्तर पाइप सेंटरलाइनसे 100 mm नीचे था। पंप इनलेट के 200 mm ऊपर निकास दाब प्रमापी ने 0.95 bar का दाब अंकित किया। मापित इनपुट पावर 3.2 kW था। पंप दक्षता की गणना करें (चित्र 1 देखें)।

A centrifugal pump has a 100 mm diameter suction pipe and a 75 mm diameter delivery pipe. When discharging 15 l/s of water, the inlet water mercury manometer with one limb exposed to the atmosphere recorded a vacuum deflection of 198 mm; the mercury level on the suction side was 100 mm below the pipe centerline. The delivery pressure gauge, 200 mm above the pump inlet, recorded a pressure of 0.95 bar. The measured input power was 3.2 kW. Calculate the pump efficiency. (See fig.1)



- (A) 50                      (B) 60                      (C) 70                      (D) 80

46. जल में मेथनॉल के 30 mole % से युक्त एक प्रतिहिम घोल के 2000 cm<sup>3</sup> के आयतन का निर्माण शुद्ध मेथनॉल व जल से करना है। 25°C पर शुद्ध मेथनॉल (V<sub>1</sub>) तथा शुद्ध जल (V<sub>2</sub>) का कितना आयतन 25°C पर प्रतिहिम (antifreeze) प्राप्त करने के लिए मिश्रित करना होगा? 25°C पर 30 mole % में मेथनॉल घोल में मेथनॉल तथा जल का आंशिक ग्रामअणुक आयतन क्रमशः  $38.632 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$  व  $17.765 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$  है। शुद्ध प्रजातियों के लिए, 25°C पर मेथनॉल तथा जल का ग्रामअणुक आयतन क्रमशः  $40.727 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$  व  $18.068 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$  है।

A volume of 2000 cm<sup>3</sup> of an antifreeze solution containing 30 mole % of methanol in water is to be prepared from pure methanol & water. What volumes of pure methanol (V<sub>1</sub>) and of pure water (V<sub>2</sub>) at 25°C must be mixed to get the antifreeze at 25°C. Partial molar volume of methanol and water in a 30 mole % methanol solution at 25°C are  $38.632 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$  and  $17.765 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$  respectively. For the pure species, the molar volume of methanol and water at 25°C are  $40.727 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$  and  $18.068 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$  respectively.

- (A) V<sub>1</sub> = 1017 cm<sup>3</sup>;                      V<sub>2</sub> = 1053 cm<sup>3</sup>  
 (B) V<sub>1</sub> = 932 cm<sup>3</sup>;                      V<sub>2</sub> = 1000 cm<sup>3</sup>  
 (C) V<sub>1</sub> = 600 cm<sup>3</sup>;                      V<sub>2</sub> = 1400 cm<sup>3</sup>  
 (D) V<sub>1</sub> = 1102 cm<sup>3</sup>;                      V<sub>2</sub> = 956 cm<sup>3</sup>

47. एक हाइड्रोजन ईंधन सेल कार 4 kg/hr के नामीय हाइड्रोजन प्रवाह दर से प्रचालित है। शुद्ध हाइड्रोजन को 1 atm (abs) दाब तथा 75° C से 70% RH पर आर्द्रित किया जाता है। आर्द्रण के लिए ताप भार अपेक्षा को आधा करने हेतु, प्रचालन दाब को बदलते हुए, नए दाब (वास्तविक) को.....करना होगा।

A hydrogen fuel cell car operates with a nominal hydrogen flow rate of 4 kg/hr. Pure hydrogen is humidified at 1 atm (abs) pressure and 75° C to 70% RH. In order to reduce heat load requirement for humidification by half, by changing the operating pressure, the new pressure (absolute) shall be,

- (A) 1.8 atm                      (B) 2.2 atm                      (C) 2.8 atm                      (D) 3.2 atm

48. एक आदर्श द्रवि आधारी पद्धति के लिए वाष्प द्रव्य साम्य को निम्नानुसार दिया गया है  
Vapour liquid equilibrium relation for an ideal binary system is given by

$$y_A^* = \frac{\alpha_{AB} x_A}{1 + (\alpha_{AB} - 1)x_A}$$

यहाँ  $x_A$  व  $y_A^*$  क्रमशः द्रव तथा वाष्प में A प्रजाति के ग्रामअणुक प्रभाज हैं। आपेक्षिक वाष्पशीलता ( $\alpha_{AB}$ ) एकांक से अधिक है।

उपर्युक्त से एक द्रव जिसमें साम्य वाष्प ग्रामअणुक प्रभाज तथा द्रव ग्रामअणुक प्रभाज के बीच के अधिकतम अंतर को 0.25 के स्थिर अवस्था से अंतिम द्रव ग्रामअणुक प्रभाज में स्फुर आसवन (flash distilled) किया जाता है। यदि  $\alpha_{AB}$ , 2.25 है तो वाष्पीकृत फीड का प्रभाज ..... है।

Here  $x_A$  and  $y_A^*$  are the mole fractions of species A in the liquid and vapour, respectively. The relative volatility ( $\alpha_{AB}$ ) is greater than unity.

A liquid from the above, having the composition with maximum difference between the equilibrium vapour mole fraction and liquid mole fraction is flash distilled at a steady state to a final liquid mole fraction of 0.25. If  $\alpha_{AB}$  is 2.25, the fraction of the feed vaporized is

- (A) 0.23                      (B) 0.43                      (C) 0.63                      (D) 0.83

49. 1 mm व्यास तथा 4 mm लंबाई के एक बेलन का गोलकत्व (sphericity)..... है।  
The sphericity of a cylinder of 1 mm diameter and 4 mm length is,

- (A) 0.63                      (B) 0.73                      (C) 0.82                      (D) 0.92

50. 120 ppm कठोरता से युक्त अशोधित जल को प्रतिदिन 60 ppm के प्रानुकूलित जल से उपचारित किया जाता

है। यह मानें कि कठोरता पूर्णतः  $\text{CaCl}_2$  (MW: 111) तथा संपूर्ण रूपांतरण के कारण है। सैद्धांतिक रूप से, प्रतिदिन 1, 50, 000 टन अशोधित जल के लिए अपेक्षित दैनिक धोने का सोडा कितनी मात्रा में चाहिए?

Raw water with 120 ppm hardness is treated to 60 ppm conditioned water per day. Assuming hardness is entirely due to  $\text{CaCl}_2$  (MW: 111) and complete conversion, what is the theoretical daily requirement of soda ash (MW: 106) for 1, 50, 000 tons per day of raw water?

- (A) 3.6 tons                      (B) 5.6 tons                      (C) 8.6 tons                      (D) 10.6 tons

\*\*\*\*\*

## Annexure

a) Question number: 20

Unit of tensile strength is 'psi'

b) Question number: 47

Vapour pressure of water at  $75^{\circ}\text{C}$  is 210 mm Hg.

Assume stored hydrogen is dry and the relevant heat capacities and latent heat values are invariant with temperature and pressure.

**ISRO PROPULSION COMPLEX**  
Mahendragiri

Written Examination for Selection to the Post of Scientist/Engineer 'SC'

**ANSWER KEY**

Question Booklet Code	<b>A</b>
-----------------------	----------

Q. No.	Ans. Key
01	D
02	B
03	C
04	D
05	C
06	A
07	D
08	A
09	B
10	D
11	D
12	C
13	D
14	B
15	C
16	D
17	C
18	C
19	B
20	B
21	B
22	C
23	B
24	B
25	C

Q. No.	Ans. Key
26	A
27	A
28	C
29	D
30	A
31	A
32	B
33	B
34	C
35	A
36	B
37	A
38	B
39	A
40	D
41	C
42	B
43	A
44	A
45	B
46	A
47	A
48	D
49	B
50	C