Civil Services (Main)
Examination- 2025

SLPM–B–CVL

सिविल इंजीनियरी (प्रश्न-पत्र–II)

निर्धारित समय : तीन घण्टे

अधिकतम अंक : 250

प्रश्न-पत्र संबंधी विशेष अनुदेश

(कृपया प्रश्नों के उत्तर देने से पूर्व निम्नलिखित प्रत्येक अनुदेश को ध्यानपूर्वक पढ़िए)

इसमें **आठ** प्रश्न हैं जो दो खण्डों में विभाजित हैं तथा **हिन्दी** और **अंग्रेजी** दोनों में छपे हुए हैं।
परीक्षार्थी को कुल **पाँच** प्रश्नों के उत्तर देने हैं।
प्रश्न संख्या **1** और **5** अनिवार्य हैं तथा बाकी प्रश्नों में से प्रत्येक खण्ड से कम-से-कम **एक** प्रश्न चुनकर **तीन** प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
प्रत्येक प्रश्न/भाग के अंक उसके सामने दिए गए हैं।
प्रश्नों के उत्तर उसी प्राधिकृत माध्यम में लिखे जाने चाहिए, जिसका उल्लेख आपके प्रवेश-पत्र में किया गया है, और इस माध्यम का स्पष्ट उल्लेख प्रश्न-सह-उत्तर (क्यू० सी० ए०) पुस्तिका के मुखपृष्ठ पर निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। प्राधिकृत माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे।
प्रश्नोत्तर लिखते समय यदि कोई पूर्वधारणा की जाए, उसको स्पष्टतया निर्दिष्ट किया जाना चाहिए।
जहाँ आवश्यक हो, आरेख/चित्र उत्तर के लिए दिए गए स्थान में ही दर्शाइए।
प्रतीकों और संकेतनों के प्रचलित मानक अर्थ हैं, जब तक अन्यथा न कहा गया हो।
प्रश्नों के उत्तरों की गणना क्रमानुसार की जाएगी। यदि काटा नहीं हो, तो प्रश्न के उत्तर की गणना की जाएगी चाहे वह उत्तर अंशतः दिया गया हो। प्रश्न-सह-उत्तर पुस्तिका में खाली छोड़ा हुआ पृष्ठ या उसके अंश को स्पष्ट रूप से काटा जाना चाहिए।

CIVIL ENGINEERING (PAPER–II)

Time Allowed : Three Hours

Maximum Marks : 250

QUESTION PAPER SPECIFIC INSTRUCTIONS

(Please read each of the following instructions carefully before attempting questions)

There are EIGHT questions divided in two Sections and printed both in HINDI and in ENGLISH.
Candidate has to attempt FIVE questions in all.
Question Nos. **1** and **5** are compulsory and out of the remaining, THREE are to be attempted choosing at least ONE question from each Section.
The number of marks carried by a question/part is indicated against it.
Answers must be written in the medium authorized in the Admission Certificate which must be stated clearly on the cover of this Question-cum-Answer (QCA) Booklet in the space provided. No marks will be given for answers written in a medium other than the authorized one.
Wherever any assumptions are made for answering a question, they must be clearly indicated.
Diagrams/Figures, wherever required, shall be drawn in the space provided for answering the question itself.
Unless otherwise mentioned, symbols and notations carry their usual standard meanings.
Attempts of questions shall be counted in sequential order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly. Any page or portion of the page left blank in the Question-cum-Answer Booklet must be clearly struck off.

खण्ड—A / SECTION—A

1. *(a)* संक्षेप में चर्चा कीजिए कि ऊँची इमारतों और बड़ी विस्तृति के पुलों के निर्माण के लिए सामान्य सामर्थ्य कंक्रीट की तुलना में उच्च सामर्थ्य कंक्रीट क्यों अधिक लाभदायक है।

Briefly discuss why it is more advantageous to use high strength concrete for construction of high-rise buildings and large-span bridges as compared to normal strength concrete. 10

(b) एक भवन के चिनाई कार्यों के लिए पत्थर या ईंट के चिनाई कार्यों की तुलना में खोखले कंक्रीट खंडकों (ब्लॉकों) के उपयोग के लाभों की चर्चा संक्षेप में कीजिए।

Briefly discuss the advantages of using hollow concrete blocks for masonry works of a building as compared to stone or brick masonry works. 10

(c) पूँजीकृत समतुल्य प्रक्रिया का उपयोग करके एक 4-मार्गी महामार्ग के रखरखाव की लागत का सकल वर्तमान मूल्य निर्धारित कीजिए।

उपर्युक्त महामार्ग के रखरखाव के लिए निम्नलिखित लागत अनुमानित की गई हैं :

(i) प्रत्येक पाँच वर्ष में की जाने वाली आवधिक रखरखाव लागत = ₹ 2 करोड़

(ii) वार्षिक रखरखाव लागत = ₹ 0·06 करोड़

ब्याज दर को 10% प्रति वर्ष वार्षिक रूप से चक्रवृद्धित मान लीजिए।

Determine the total present worth of maintenance cost of a 4-lane highway using the capitalized equivalent approach.

The following costs are estimated for maintenance of the above highway :

(i) Periodic maintenance cost to be carried out at every five years = ₹ 2 crores

(ii) Annual maintenance cost = ₹ 0·06 crore

Assume the interest rate as 10% per year compounded annually. 10

(d) 20 cm मोटी स्लैब वाले सादा सीमेंट कंक्रीट कुट्टिम के निर्माण के दौरान कंक्रीट बिछाए जाने पर तापमान 15 °C है तथा गर्मियों के दौरान अधिकतम स्लैब तापमान 45 °C होता है। यदि विस्तार जोड़ के अंतराल की चौड़ाई 2·5 cm है, तो विस्तार तथा संकुचन जोड़ों के बीच की दूरी की गणना कीजिए।

निम्नलिखित आँकड़ों को मान लीजिए :

कंक्रीट के तापीय विस्तार का गुणांक = 12×10^{-6} प्रति °C

कंक्रीट का एकक भार = 2360 kg/m^3

सीमेंट कंक्रीट में तनन में अनुमेय प्रतिबल = 0·8 kg/cm^2

अंतरपृष्ठ का घर्षण गुणांक = 1·5

The laying temperature during the construction of plain cement concrete pavement of slab thickness 20 cm is 15 °C and the maximum slab temperature during the summer is used to be 45 °C. If the width of expansion joint gap is 2·5 cm, calculate the spacing between the expansion and contraction joints.

Assume the following data :

Coefficient of thermal expansion of concrete = 12×10^{-6} per °C

Unit weight of concrete = 2360 kg/m^3

Allowable stress in cement concrete in tension = 0·8 kg/cm^2

Coefficient of friction of the interface = 1·5 10

(e) सुदूर संवेदन में विभिन्न प्रकार के विभेदनों (रिज़ॉल्यूशन) की उचित उदाहरणों सहित व्याख्या कीजिए।

Explain the different types of resolutions in remote sensing with suitable examples. 10

2. (a) एक शहरी क्षेत्र में एक चौराहे पर मूर्ति स्थापित करने के लिए एक ठेकेदार बोली लगाने का इरादा रखता है। पूरी परियोजना की विभिन्न गतिविधियाँ नीचे दी गई हैं :

गतिविधि	*गतिविधि का नाम*	*टिप्पणी*
A	मूर्ति बनाना	प्रारंभिक गतिविधि
B	नींव रखना	प्रारंभिक गतिविधि
C	चबूतरा निर्माण	*B* का अनुसरण करती है (नींव रखने के बाद प्रारंभ होती है)
D	मूर्ति स्थापित करना	पूर्णता की गतिविधि तथा *A* और *C* का अनुसरण करती है

4 दिनों के प्रसरण के साथ परियोजना के 18 दिनों में पूर्ण होने की अपेक्षा है। निर्धारित कीजिए कि 99% प्रायिकता के साथ परियोजना के पूर्ण होने के लिए ठेकेदार कितने दिनों की अपेक्षा करेगा। 98·93% प्रायिकता के संगत सामान्य विचलन Z का मान +2·3 तथा 99·18% प्रायिकता के संगत Z का मान +2·4 है। इसके अतिरिक्त, यदि ठेकेदार गतिविधियों के क्रैश द्वारा परियोजना को 17 दिनों में पूर्ण करने का इरादा रखता है, तो निर्धारित कीजिए कि ठेकेदार कितनी सकल परियोजना लागत की अपेक्षा करेगा। विभिन्न गतिविधियों के लिए सामान्य तथा क्रैश अवधि और संबद्ध लागत नीचे सारणी में दी गई हैं :

गतिविधि	*सामान्य गतिविधि*		*क्रैश गतिविधि*	
	अवधि (दिनों में)	*लागत* (₹ में)	*अवधि* (दिनों में)	*लागत* (₹ में)
A	8	6,000	5	9,000
B	4	2,000	3	4,000
C	8	5,000	7	5,500
D	6	3,000	3	7,500

पूरी परियोजना के लिए अप्रत्यक्ष लागत ₹ 500 प्रतिदिन है।

A contractor intends to bid for erecting a statue at a square in an urban area. The various activities of the entire project are given below :

Activity	*Activity Name*	*Remark*
A	Make statue	Starting activity
B	Lay foundation	Starting activity
C	Construct platform	Follows *B* (starts after laying foundation)
D	Erect statue	Finishing activity and follows *A* and *C*

The project is expected to take 18 days to complete having a variance of 4 days. Determine in how many days the contractor would expect the project to be completed with a probability of 99%. For probability of 98·93%, the corresponding normal deviate Z value is +2·3 and for probability of 99·18%, Z value is +2·4. Further, if the contractor intends to complete the project in 17 days by crashing the activities, determine how much total project cost would the contractor expect. The normal and crash duration, and associated cost are given in the table below for various activities :

Activity	*Normal Activity*		*Crash Activity*	
	Duration (in days)	*Cost* (in ₹)	*Duration* (in days)	*Cost* (in ₹)
A	8	6,000	5	9,000
B	4	2,000	3	4,000
C	8	5,000	7	5,500
D	6	3,000	3	7,500

For the entire project, the indirect cost is ₹ 500 per day. 20

(b) (i) एक टैक्सी चालक पर समकोणीय सड़क चौराहे पर यातायात संकेत पार करने के लिए जुर्माना लगाया गया। उसने दावा किया कि संकेत दोषपूर्ण अभिकल्पित था और पीली (ऐम्बर) बत्ती की अवधि पर्याप्त नहीं है। निम्नलिखित आँकड़ों का उपयोग करते हुए चालक के दावे की यथार्थता को जाँचिए :

चौराहे पर सड़क की चौड़ाई = 20 m

सड़क पर गति सीमा = 60 km प्रति घंटा

पीली (ऐम्बर) बत्ती की अवधि = 4·0 s

आरामदायक मंदन = 3·0 m/s^2

कार की लम्बाई = 4·0 m

अनुभूति प्रतिक्रिया समय = 1·2 s

A taxi driver was fined for crossing the traffic signal at right-angled road intersection. He claimed that the signal was faultily designed and the duration of amber light is not sufficient. Using the following data, verify the correctness of the driver's claim :

Road width at intersection = 20 m

Speed limit at road = 60 kmph

Amber light duration = 4·0 s

Comfortable deceleration = 3·0 m/s^2

Car length = 4·0 m

Perception reaction time = 1·2 s 10

(ii) रेखाचित्रों के साथ व्याख्या कीजिए कि सड़क पर भौम जलस्तर को कम करने के लिए अधःस्तल जल-निकासी प्रणाली को कैसे प्रदान किया जाता है।

Explain with sketches how the subsurface drainage system is provided to lower the water table in road. 5

(c) 16 टन की ढुलाई क्षमता वाले एक रेल-इंजन द्वारा खींचे जा सकने वाले 80 टन वजन (प्रत्येक) वाले वैगनों की अधिकतम संख्या की गणना कीजिए। रेल-इंजन का भार 100 टन है और रेलगाड़ी को एक सीधे समतल बड़ी लाइन रेलपथ पर 60 km प्रति घंटा की गति से चलना है। वैगन और रेल-इंजन के वेल्लन (रोलिंग) प्रतिरोध को क्रमशः 1·6 kg प्रति टन तथा 2·0 kg प्रति टन मान लीजिए।

यदि रेलगाड़ी को 150 में 1 की प्रवणता पर 1° वक्र में चढ़ना है, तो रेल-इंजन की आवश्यक ढुलाई क्षमता की भी गणना कीजिए।

Calculate the maximum number of wagons of weight 80 tonnes each that can be pulled by a locomotive having hauling capacity of 16 tonnes. The weight of the locomotive is 100 tonnes and the train has to run at a speed of 60 kmph on a straight level BG track. Assume rolling resistance of wagon and locomotive as 1·6 kg/tonne and 2·0 kg/tonne respectively.

Also, calculate the hauling capacity of the locomotive required if the train has to climb a gradient of 1 in 150 in 1° curve. 15

3. *(a)* *(i)* एक थियोडोलाइट से आधार रेखा AB, जिसकी क्षैतिज लम्बाई 200 m है, के बिंदुओं A तथा B से, दो अगम्य बिंदुओं P तथा Q, जो रेखा AB के एक ही ओर हैं, के प्रेक्षण लिए गए।

निम्नलिखित प्रेक्षण किए गए :

$\angle PAB = 80°$, $\angle QBA = 90°$, $\angle QAB = 50°$, $\angle PBA = 45°$

P का A से उन्नयन कोण = 20°

Q का A से उन्नयन कोण = 12°

क्षैतिज दूरी PQ तथा P और Q की ऊँचाई में अंतर की गणना कीजिए।

Observations were made with a theodolite from the points A and B of baseline AB having horizontal length of 200 m to the two inaccessible points P and Q at the same side of the line AB.

The following observations are done :

$\angle PAB = 80°$, $\angle QBA = 90°$, $\angle QAB = 50°$, $\angle PBA = 45°$

The angle of elevation of P from A = 20°

The angle of elevation of Q from A = 12°

Calculate the horizontal distance PQ and difference in elevation between P and Q. 10

(ii) एक जोड़ी अतिव्यापी ऊर्ध्वाधर फोटो को 150 mm फोकस लम्बाई के एक हवाई कैमरे से डेटम से 3000 m की ऊँचाई से लिया गया। औसत मुख्य आधार 80 mm के बराबर मापा गया। उभयनिष्ठ अतिव्यापन में एक झंडे के खंभे, जिसका आधार डेटम से 100 m ऊपर है, का अवलोकन किया गया। झंडे के खंभे की ऊँचाई क्या होगी, यदि झंडे के खंभे के शीर्ष और तल बिंदु के बीच का लम्बन अंतर 4·6 mm है? डेटम पर फोटो का पैमाना और दो क्रमिक उद्भासन (एक्सपोज़र) के बीच विमान द्वारा तय की गई दूरी भी प्राप्त कीजिए।

A pair of overlapping vertical photographs was taken with an aerial camera of focal length 150 mm from an altitude of 3000 m above datum. The mean principal base measured is equal to 80 mm. In the common overlap, a flagpole with its base 100 m above datum is observed. What will be the height of the flagpole if the parallax difference between the top and bottom point of the flagpole is 4·6 mm? Also, find the scale of photograph at datum and the distance covered by the aircraft between two successive exposures. 10

(b) *(i)* रेलमार्ग (रेलवे ट्रैक) के लिए एक अच्छे गिट्टी पदार्थ के आवश्यक गुणधर्मों की व्याख्या कीजिए। कारणों सहित व्याख्या कीजिए कि उच्च गति रेलवे ट्रैक के लिए कौन-सा गिट्टी पदार्थ सबसे अधिक उपयुक्त है।

Explain the required properties of a good ballast material for railway track. Explain with reasons which ballast material is best suitable for high-speed railway track. 10

(ii) एक बड़ी लाइन रेलमार्ग (रेलवे ट्रैक), जिसमें स्लीपर घनत्व $M+6$, रेल की लम्बाई 13·0 m और स्लीपर की चौड़ाई 25 cm है, के लिए गिट्टी की आवश्यक न्यूनतम गहराई की गणना कीजिए।

Calculate the minimum depth of ballast required for a broad gauge railway track having sleeper density of $M+6$, length of rail of 13·0 m and width of sleeper of 25 cm. 5

(c) निर्माण कार्य में प्रयुक्त मसाले (मॉर्टर) के गुणधर्मों पर निम्नलिखित के प्रभाव की संक्षेप में चर्चा कीजिए :

(i) क्षारीय जल तथा समुद्री जल

(ii) कम तापमान

(iii) रेत तथा पानी

Briefly discuss the effect of the following on the properties of mortar used for construction work :

(i) Alkali water and seawater

(ii) Low temperature

(iii) Sand and water 15

4. *(a)* एक निर्माण परियोजना में मिट्टी-कार्य हेतु बुलडोज़र के 'सीधे ब्लेड' तथा 'कोण ब्लेड' के प्रयोग की तुलना कीजिए। निम्नलिखित आँकड़ों का उपयोग करते हुए एक नहर निर्माण परियोजना के लिए एक बुलडोज़र द्वारा मिट्टी धकेलने की एकक लागत (₹ /m^3) का निर्धारण कीजिए :

(i) बुलडोज़र लागत = ₹ 4,000 प्रति घंटा

(ii) संचालक (ऑपरेटर) का वेतन = ₹ 150 प्रति घंटा

(iii) निर्धारित मोल्डबोर्ड क्षमता, असंहत आयतन में (ब्लेड खेप) = 4 cum

(iv) मिट्टी के लिए फूलने का गुणक = 1·25

(v) ढुलाई दूरी = 50 m

(vi) बुलडोज़र का संचालन समय प्रति घंटा = 50 मिनट

(vii) बुलडोज़र की अग्रसर गति = 3 km प्रति घंटा

(viii) बुलडोज़र की प्रतिलोम गति = 6 km प्रति घंटा

(ix) गियर बदलने में समय = 0·3 मिनट

Compare the application of 'straight blade' and 'angle blade' of bulldozers for earthwork in a construction project. Determine the unit cost (₹/m^3) for pushing the soil by a bulldozer for a canal construction project using the following data :

(i) Bulldozer cost = ₹ 4,000 per hour

(ii) Wages of operator = ₹ 150 per hour

(iii) Rated moldboard capacity in loose volume (blade load) = 4 cum

(iv) Swell factor for the soil = 1·25

(v) Hauling distance = 50 m

(vi) Operating time per hour for the bulldozer = 50 minutes

(vii) Forward speed of the bulldozer = 3 kmph

(viii) Reverse speed of the bulldozer = 6 kmph

(ix) Gear shifting time = 0·3 minute 20

(b) निम्नलिखित का उत्तर संक्षेप में दीजिए :

(i) जब संरचना सदस्य तनन में हो, तो फेरोसीमेंट का उपयोग करना क्यों लाभदायक है?

(ii) प्रबलित कंक्रीट के मुकाबले फेरोसीमेंट का उपयोग करने के क्या लाभ हैं?

(iii) समुद्री संरचनाओं में फेरोसीमेंट का उपयोग करने के क्या लाभ हैं?

Answer the following in brief :

(i) Why is it advantageous to use ferrocement when the structural member is in tension?

(ii) What are the advantages of using ferrocement over reinforced concrete?

(iii) What are the advantages of using ferrocement in marine structures? 15

(c) राज्य महामार्ग के एक 3 km लम्बे भाग पर विभिन्न परिक्रमायुक्त यात्राओं (राउन्ड ट्रिप) के दौरान फ्लोटिंग कार विधि द्वारा चाल और विलम्ब अध्ययन आयोजित किया गया। अध्ययन के आँकड़े नीचे दिए गए हैं :

यात्रा क्रमांक	*वाहनों की संख्या*		
	विपरीत दिशा में	*ओवरटेक करने वाले*	*ओवरटेक किए गए*
1	140	30	16
2	130	22	17
3	180	18	19

यदि फ्लोटिंग कार 30 km प्रति घंटा की एक नियत चाल से चल रही है, तो निम्नलिखित की गणना कीजिए :

(i) विभिन्न यात्राओं के लिए यातायात धारा के चर

(ii) चाल-घनत्व तथा प्रवाह-घनत्व सम्बन्ध

The speed and delay study was conducted by floating car method during different round trips on a stretch of 3 km State highway. The data of the study is given below :

Trip Number	*Number of Vehicles*		
	In Opposite Direction	*Overtaking*	*Overtaken*
1	140	30	16
2	130	22	17
3	180	18	19

Given that the floating car is moving at a constant speed of 30 kmph, calculate the following :

(i) Traffic stream variables for different trips

(ii) Speed-density and volume-density relationship 15

खण्ड—B / SECTION—B

5. *(a)* एक बॉक्स पुलिया का अपेक्षित कार्यकाल 10 वर्ष है।

(i) यदि अभिकल्पना अवधि के दौरान कम-से-कम एक घटना के पुलिया की क्षमता से अधिक होने का स्वीकार्य जोखिम 5 प्रतिशत है, तो कितनी अभिकल्पना अवधि का उपयोग किया जाना चाहिए?

(ii) इसकी क्या संभावना है कि इस पुनरागमन अवधि की एक घटना के लिए अभिकल्पित बॉक्स पुलिया की क्षमता 50 वर्ष तक पार नहीं होगी?

A box culvert has an expected life of 10 years.

(i) If the acceptable risk of at least one event exceeding the culvert capacity during the design life is 5 percent, what design period should be used?

(ii) What is the chance that the box culvert designed for an event of this return period will not have its capacity exceeded for 50 years? 10

(b) एक कुआँ 50 m मोटे एक परिरुद्ध जलभृत का पूर्ण रूप से अंतर्वेशन करता है। $0{\cdot}10\ m^3/s$ की नियत दर से लम्बे समय तक पम्पिंग के बाद कुएँ से 50 m और 150 m की दूरी पर अपकर्ष (ड्रॉडाउन) क्रमशः 3 m और 1·2 m प्रेक्षित किए गए हैं। एक रेखाचित्र की सहायता से द्रवीय चालकता (कंडक्टिविटि) और संचरणीयता (ट्रांसमिसिविटि) निर्धारित कीजिए।

A well fully penetrates a 50 m thick confined aquifer. After a long period of pumping at a constant rate of $0{\cdot}10\ m^3/s$, the drawdowns at distances of 50 m and 150 m from the well are observed to be 3 m and 1·2 m respectively. With the help of a sketch, determine the hydraulic conductivity and the transmissivity. 10

(c) जलाशय के तलछटीकरण (सेडिमेन्टेशन) के किन्हीं पाँच प्रतिकूल प्रभावों का उल्लेख कीजिए। इसे कैसे कम किया जा सकता है?

Enumerate any five adverse effects of reservoir sedimentation. How can it be reduced? 10

(d) 30 °C पर 1 दिन के लिए ऊष्मायन किए गए अपशिष्ट जल के नमूने का बी० ओ० डी० 120 mg/L था। 20 °C पर 5 दिनों का बी० ओ० डी० ज्ञात कीजिए और 20 दिनों के बाद 20 °C पर अन-ऑक्सीकृत बी० ओ० डी० के प्रतिशत का आकलन कीजिए। 20 °C पर दर नियतांक को 0·1 प्रतिदिन लीजिए।

The BOD of wastewater sample incubated @ 30 °C for 1 day was 120 mg/L. Find 5-day BOD @ 20 °C and estimate the percent of unoxidized BOD @ 20 °C after 20 days. Take rate constant as 0·1/day @ 20 °C. 10

(e) नगरीय ठोस अपशिष्ट की कम्पोस्टिंग की प्रक्रिया की व्याख्या करते हुए वायुजीवी (एरोबिक) कम्पोस्टिंग के महत्त्वपूर्ण अभिकल्पना विचारों पर चर्चा कीजिए।

Explaining the process of composting municipal solid wastes, discuss the important design considerations of aerobic composting. 10

6. (a) 5 km^2 के जलग्रहण-क्षेत्र के ऊपर एक तूफान की अवधि 14 घंटे थी। तूफानी वर्षा का द्रव्यमान वक्र निम्नलिखित है :

तूफान के प्रारम्भ से समय, t (h) (1)	*संचित वर्षा* (cm) (2)
0	0
2	0·6
4	2·8
6	5·2
8	6·7
10	7·5
12	9·2
14	9·6

यदि जलग्रहण के लिए ϕ सूचकांक 0·4 cm/h है, तो *(i)* प्रभावी वर्षा (ई० आर०) हाइटोग्राफ और *(ii)* तूफान के कारण जलग्रहण से प्रत्यक्ष अपवाह की मात्रा निर्धारित कीजिए। गणनाओं के एक समुच्चय (सेट) को स्पष्ट रूप से दर्शाइए तथा अपने परिणामों को सारणी रूप में सारांशित कीजिए। *(iii)* प्रभावी वर्षा हाइटोग्राफ भी तैयार कीजिए।

A storm over a catchment of area 5 km^2 had a duration of 14 hours. The mass curve of rainfall of the storm is as follows :

Time from Start of Storm, t (h) (1)	*Accumulated Rainfall* (cm) (2)
0	0
2	0·6
4	2·8
6	5·2
8	6·7
10	7·5
12	9·2
14	9·6

If the ϕ index for the catchment is 0·4 cm/h, determine *(i)* the effective rainfall (ER) hyetograph and *(ii)* the volume of direct runoff from the catchment due to the storm. Show clearly one set of calculations and summarize your results in a tabular form. *(iii)* Also, plot the effective rainfall hyetograph. 20

(b) *(i)* एक अपशिष्ट जल उपचार संयंत्र से सम्बन्धित आँकड़ों का उपयोग करते हुए प्रतिदिन उत्पन्न होने वाले अवपंक की मात्रा निर्धारित कीजिए :

अपशिष्ट जल प्रवाह = 10 MLD

अन-उपचारित अपशिष्ट जल में निलम्बित ठोस पदार्थ (एस० एस०) = 250 mg/L

पी० एस० टी० की दक्षता = 62%

अवपंक सान्द्रता = 5%

वाष्पशील ठोस पदार्थ (वी० एस०) = 60%

वी० एस० का विशिष्ट घनत्व = 0·980

स्थिर ठोस पदार्थ = 40%

स्थिर ठोस पदार्थों का विशिष्ट घनत्व = 2·65

Using the data pertaining to a wastewater treatment plant, determine the quantity of sludge produced per day :

Wastewater flow = 10 MLD

Suspended solids (SS) in raw wastewater = 250 mg/L

Efficiency of PST = 62%

Sludge concentration = 5%

Volatile solids (VS) = 60%

Specific gravity of VS = 0·980

Fixed solids = 40%

Specific gravity of fixed solids = 2·65 10

(ii) 30 cm व्यास के एक वृत्ताकार सीवर को एक ऐसे भाग में बिछाया गया है जहाँ अधःस्तल (इनवर्ट) प्रवणता 500 में 1 है। इस भाग में वेग और अपशिष्ट प्रवाह निर्धारित कीजिए तथा स्व-सफाई वेग के लिए जाँच कीजिए। मैनिंग गुणांक को 0·015 लीजिए। मान लीजिए कि सीवर पूर्ण रूप से भरकर बह रहा है।

A 30 cm diameter circular sewer is laid in a section where invert slope is 1 in 500. Determine the velocity and sewage flow in the section and check for self-cleansing velocity. Take Manning's coefficient as 0·015. Assume that the sewer is running full. 5

(c) *(i)* जल उपचार में निस्यंदक (फिल्टर) के संचालन के दौरान आने वाली समस्याओं की व्याख्या कीजिए और सुझाव दीजिए कि इन्हें कैसे नियंत्रित किया जा सकता है।

Explain the problems encountered during the operation of filters in water treatment and suggest how these are controlled. 10

(ii) एक अन्तर्ग्राही संरचना की अभिकल्पना करते समय विचारणीय कारकों का उल्लेख कीजिए। एक नदी के अन्तर्ग्राही का रेखाचित्र बनाइए और इसके घटकों को नामांकित कीजिए।

Enumerate the factors to be considered while designing an intake structure. Sketch a river intake and name its components. 5

7. *(a)* सक्रिय अवपंक प्रक्रिया से सम्बन्धित आँकड़े नीचे दिए गए हैं :

जनसंख्या = 500000

अपशिष्ट जल योगदान = 150 lpcd

स्थिर अपशिष्ट जल का बी० ओ० डी० = 200 mg/L

वांछित बहिःस्रावी बी० ओ० डी० = 30 mg/L

आँकड़ों का उपयोग करते हुए नीचे उल्लिखित अभिकल्पना प्राचलों को ज्ञात कीजिए ($F/M = 0{\cdot}2$, एम० एल० एस० एस० = 3000 mg/L, एस० वी० आइ० = 100 लीजिए, जहाँ एम० एल० एस० एस० = मिश्रित तरल निलम्बित ठोस पदार्थ, एस० वी० आइ० = अवपंक आयतन सूचकांक) :

(i) वातन का आयतन

(ii) दक्षता

(iii) आयतनी भारण (लोडिंग)

(iv) प्रत्यागमन अवपंक अनुपात

(v) जलीय प्रतिधारण समय (एच० आर० टी०)

The data related to the activated sludge process is given below :

Population = 500000
Wastewater contribution = 150 lpcd
BOD of settled wastewater = 200 mg/L
Effluent BOD required = 30 mg/L

Using the data, find the design parameters as mentioned below (Take $F/M = 0{\cdot}2$, MLSS = 3000 mg/L, SVI = 100, where MLSS = Mixed liquor suspended solids, SVI = Sludge volume index) :

(i) Volume of aeration

(ii) Efficiency

(iii) Volumetric loading

(iv) Return sludge ratio

(v) Hydraulic retention time (HRT) 20

(b) 0·30 mm माध्य आमाप के एक जलोढ़क में एक अन-आस्तरित (अनलाइन्ड) सिंचाई वाहिका समलम्बाकार परिच्छेद की है, जिसकी तल चौड़ाई = 3·0 m, पार्श्व प्रवणता = 1·5 H : 1 V और अनुदैर्घ्य प्रवणता = 0·00035 है। यदि यह वाहिका 0·8 m की गहराई पर 1·5 m^3/s के प्रवाह का निर्वहन करती है, तो निर्धारित कीजिए—

(i) प्रवाह के कारण औसत तल अपरूपण प्रतिबल;

(ii) कणों के कारण अपरूपण प्रतिबल;

(iii) तल आकृति के कारण अपरूपण प्रतिबल।

$\gamma = 9790\ N/m^3$ लीजिए।

An unlined irrigation channel in an alluvium of median size 0·30 mm is of trapezoidal section with bed width = 3·0 m, side slope = 1·5 H : 1 V and longitudinal slope = 0·00035. If this channel carries a discharge of 1·5 m^3/s at a depth of 0·8 m, then determine—

(i) the average bed shear stress due to flow;

(ii) the shear stress due to grains;

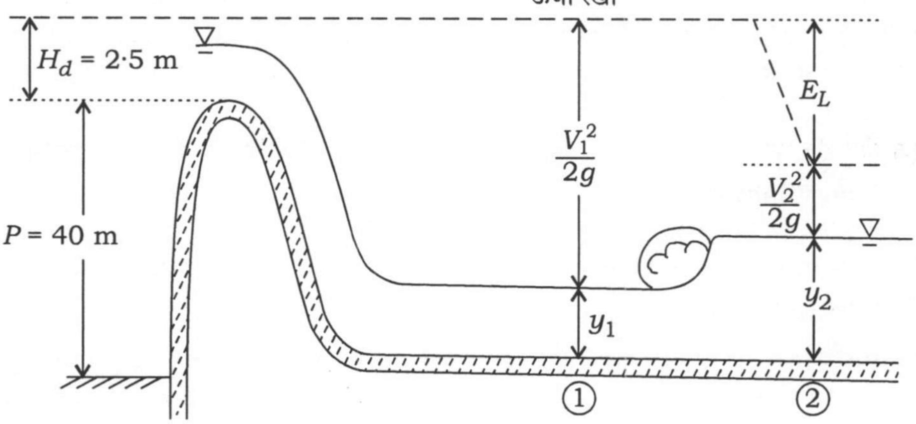
(iii) the shear stress due to bed forms.

Take $\gamma = 9790\ N/m^3$. 15

(c) जलभराव को परिभाषित कीजिए। जलभराव के किन्हीं चार कारणों का उल्लेख कीजिए। जलभराव के क्या प्रभाव हैं? जलभराव के किन्हीं पाँच नियंत्रण उपायों का वर्णन कीजिए।

Define waterlogging. Enumerate any four causes of waterlogging. What are the effects of waterlogging? Describe any five control measures for waterlogging. 15

8. (a)

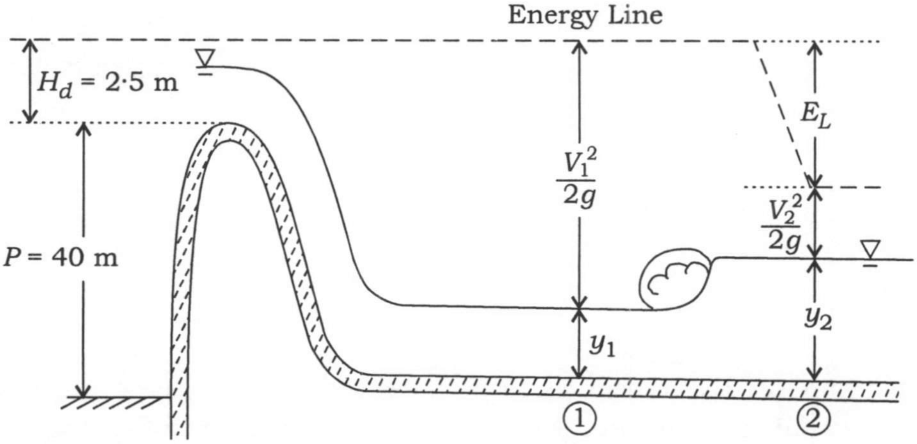


चित्र में एक अधिप्रवाही उत्प्लाव दर्शाया गया है, जो 40 m ऊँचा है। उत्प्लाव के ऊपर 2·5 m की अभिकल्पन ऊर्जा दाबोच्चता एवं क्षैतिज अंचल (एप्रन) पर उत्प्लाव के पदाग्र पर बने जलोच्छाल के लिए निम्नलिखित को निर्धारित कीजिए :

(i) अनुक्रम गहराइयाँ

(ii) ऊर्जा ह्रास

(iii) ह्रास हुई प्रारम्भिक ऊर्जा का प्रतिशत



The figure shows an overflow spillway which is 40 m high. At the design energy head of 2·5 m over the spillway, determine—

(i) the sequent depths;

(ii) the energy loss;

(iii) the percentage of initial energy lost

for the hydraulic jump formed on a horizontal apron at the toe of the spillway. 20

(b) 20 MLD जल, जिसमें 80 mg/L निलम्बित ठोस पदार्थ है, को फिटकरी $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 14{\cdot}3H_2O]$ की 60 mg/L की खुराक के साथ उपचारित किया जाता है। यह मानते हुए कि पर्याप्त प्राकृतिक क्षारीयता उपलब्ध है, उत्पन्न अवपंक की मात्रा को ज्ञात कीजिए। अवपंक के विशिष्ट घनत्व को 1·04 और पृथक्कीकरण दक्षता को 60% लीजिए।

20 MLD of water with 80 mg/L of suspended solids is treated with alum $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 14{\cdot}3H_2O]$ dose of 60 mg/L. Find the quantity of sludge produced assuming that sufficient natural alkalinity is available. Take specific gravity of sludge as 1·04 and removal efficiency as 60%. 15

(c) एक विंड रोज़ को विकसित करने की प्रक्रिया को समझाते हुए एक विशिष्ट रेखाचित्र का उपयोग करके विंड रोज़ के अनुप्रयोगों की चर्चा कीजिए।

Explaining the procedure for developing a wind rose, discuss the applications of wind rose using a typical sketch. 15

★ ★ ★