제1과목 : 수처리공정

※ 단답형 및 서술형 문제의 답을 기술하시오. (1~2번 각 문제당 5점, 3번 10점, 4~7번 각 문제당 20점)

※ 계산문제는 반드시 계산과정과 답, 단위를 정확히 기재하여야 하며, 최종결과(답)에서는 개별 문제의 요구사항이 없을 경우 소수점 셋째자리에서 반올림하여 둘째자리까지 구하여야 합니다.

【문제 1】 급속여과지에서 여재의 입경을 작게 할 경우에 관한 설명이다. 다음 ( )에 알맞은 것을 순서대로 쓰시오.

○ 플록저지율이 (ㄱ).
○ 손실수두의 증가가 (ㄴ).
○ 머드볼(mud ball)의 생성이 쉽다.

【문제 2】 염소제에 관한 설명이다. 다음 ( )에 알맞은 것을 <보기>에서 찾아 순서대로 쓰시오.

○ 차아염소산나트륨은 액체로 (ㄱ)이 강하다.
○ 차아염소산나트륨은 농도가 (ㄴ) 불안정하다.

< 보 기 >

· 산성 · 알칼리성 · 중성 · 높을수록 · 낮을수록

【문제 3】 정수장 수돗물의 부식성은 랑게리아지수(LI) 등을 이용하여 평가한다. 랑게리아지수를 증가시킬 수 있는 방법 3가지만 기술하시오.

【문제 4】 고도산화법(Advanced oxidation process, AOP)에 관하여 다음 물음에 답하시오.

물음 1) AOP는 오존처리의 단점을 보완할 수 있다. 그 단점을 기술하시오.

물음 2) 정수처리에 응용될 수 있는 AOP 방법 3가지만 기술하시오.

【문제 5】 정수장의 횡류식보통침전지에 관하여 다음 물음에 답하시오.

물음 1) 유량이 100,000 m^3/day이고 표면적이 4,000 m^2일 때, 표면부하율($m^3/m^2 \cdot day$)을 구하시오.

물음 2) 입자의 밀도 1,200 kg/m^3, 직경 0.0001 m인 입자의 침강속도(m/sec)를 구하시오. (단, 점성계수는 0.0075 kg/m · sec이고, Stokes식을 적용할 것)

물음 3) 입자의 제거율(%)을 구하시오.

【문제 6】 진공탈수기의 여과포 선정시 고려해야 할 사항을 5가지만 기술하시오.

【문제 7】 활성탄 처리방식에서 분말활성탄과 입상활성탄은 사용목적이나 처리기간에 따라 유지관리나 경제성이 다르다. 다음 물음에 답하시오.

물음 1) 비상시 또는 단기간 사용할 경우에 유리한 처리방식을 쓰시오.

물음 2) 다음 항목들에 대해 분말활성탄과 입상활성탄을 비교하여 장점 또는 단점을 기술하시오.

항목	분말활성탄	입상활성탄
장기간 사용하는 경우	(ㄱ)	(ㄴ)
미생물 번식	(ㄷ)	(ㄹ)
폐기시의 애로	(ㅁ)	(ㅂ)
누출에 의한 흑수현상	(ㅅ)	(ㅇ)

제2과목 : 수질분석 및 관리

※ 단답형 및 서술형 문제의 답을 기술하시오. (1～2번 각 문제당 5점, 3번 10점, 4～7번 각 문제당 20점)

※ 계산문제는 반드시 계산과정과 답, 단위를 정확히 기재하여야 하며, 최종결과(답)에서는 개별 문제의 요구사항이 없을 경우 소수점 셋째자리에서 반올림하여 둘째자리까지 구하여야 합니다.

【문제 1】 수도법령상 일반수도사업자가 수돗물 수질기준을 위반한 경우 그 위반내용 등을 관할 구역의 주민에게 알리고 수질개선을 위하여 필요한 조치를 하여야 하는 경우를 나열한 것이다. (　　)에 들어갈 숫자를 순서대로 쓰시오.

○ 탁도가 1 NTU를 초과하여 24시간 이상 지속되는 경우
○ 탁도가 (ㄱ) NTU를 초과하는 경우
○ 잔류염소농도가 정수지 유출부에서 0.1 mg/L(결합잔류염소의 경우에는 0.4 mg/L) 미만으로 1시간 이상 지속되는 경우
○ 잔류염소농도가 정수지 유출부에서 (ㄴ) mg/L 이상인 경우
○ 소독에 따라 요구되는 불활성화비 값이 1 미만인 경우로서 (ㄷ)시간 이상 지속되는 경우
○ 수소이온농도(pH)가 5.5 미만이거나 (ㄹ)을(를) 초과하는 경우로서 1시간 이상 지속되는 경우
○ 질산성 질소의 농도가 (ㅁ) mg/L를 초과하는 경우

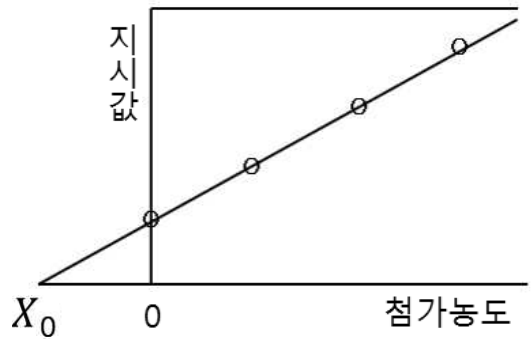
【문제 2】 먹는물수질공정시험기준상 수질기준의 표시한계 및 시험결과 표시자릿수를 나타내었다. ( )에 들어갈 숫자를 <보기>에서 찾아 순서대로 쓰시오.

성분명	수질기준	시험결과 표시한계	시험결과 표시자릿수
암모니아성 질소	0.5 mg/L 이하	0.06 mg/L	0.00
질산성 질소	10 mg/L 이하	(ㄱ) mg/L	0.0
벤젠	0.01 mg/L 이하	(ㄴ) mg/L	0.000
과망간산칼륨소비량	10 mg/L 이하	(ㄷ) mg/L	0.0
1,4-다이옥산	0.05 mg/L 이하	(ㄹ) mg/L	0.000
알루미늄	0.2 mg/L 이하	(ㅁ) mg/L	0.00

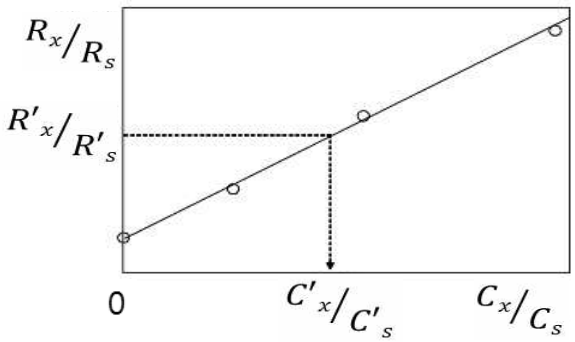
< 보 기 >

0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
0.001	0.002	0.003	0.004	0.005

【문제 3】 수질오염공정시험기준상 정도보증/정도관리(QA/QC)와 관련한 검정곡선과 용어 설명을 나타내었다. ( )에 들어갈 내용을 순서대로 쓰시오.



(ㄱ)에 의한 검정곡선



(ㄴ)에 의한 검정곡선

○ (ㄷ)(이)란 시험분석 대상물질을 기기가 검출할 수 있는 최소한의 농도 또는 양으로서, 일반적으로 S/N 비의 2배 ~ 5배 농도 또는 바탕시료를 반복 측정 분석한 결과의 표준편차(s)에 3배한 값 등을 말한다.

○ (ㄹ)(이)란 시료와 비슷한 매질 중에서 시험분석 대상을 검출할 수 있는 최소한의 농도로서, 제시된 정량한계 부근의 농도를 포함하도록 준비한 n개의 시료를 반복 측정하여 얻은 결과의 표준편차(s)에 99 % 신뢰도에서의 t-분포값을 곱한 것이다.

○ (ㅁ)(이)란 시험분석 대상을 정량화할 수 있는 측정값으로서, 제시된 정량한계 부근의 농도를 포함하도록 시료를 준비하고 이를 반복 측정하여 얻은 결과의 표준편차(s)에 10배한 값을 사용한다.

【문제 4】 표면부하율 14.4 $m^3/m^2 \cdot day$, 평균유속 0.2 m/min 조건에서 가동되고 있는 정수시설 침전지에서 부유물질(SS)의 침전속도 분포가 다음과 같을 경우, 이 침전지에서 처리되는 유량(m^3/day)과 기대되는 전체 부유물질 제거효율(%)을 각각 구하시오. (단, 침전지 횡단면의 면적은 10 m^2이다.)

침전속도(cm/min)	3	2	1	0.5	0.1
SS 제거율(%)	30	25	25	15	5

【문제 5】 배수수역 수도꼭지수의 잔류염소를 0.2 mg/L로 유지하고자 한다. 정수시설의 운영 조건이 다음과 같다고 할 경우, 염소주입량(kg/day)을 구하시오.

○ 정수시설 처리유량 : 50,000 m^3/day ○ 물과 접촉하는 시설에 의한 염소소비량 : 0.3 mg/L ○ 물의 염소요구량 : 1.1 mg/L ○ 주입염소 순도 : 80 %

【문제 6】 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙상 급수인구별 검사대상 수도꼭지의 추출기준이다. 다음 ( )에 들어갈 내용을 순서대로 쓰시오.

급수인구(명)	수질검사대상 수도꼭지의 수(개)
- 5,000미만	1
5,000이상 - 50,000미만	(ㄱ)
50,000이상 - 100,000미만	(ㄴ)
100,000이상 - 500,000미만	(ㄷ)
500,000이상 - 1,000,000미만	(ㄹ)
1,000,000이상	급수인구 30,000명당 1 + 66

【문제 7】 먹는물 수질감시항목 운영 등에 관한 고시상 다음의 적용대상에 대한 감시기준과 검사주기를 기술하시오.

물음 1) 상수원수의 감시기준 2가지와 그에 따른 검사주기를 쓰시오.

물음 2) 먹는샘물의 감시기준 3가지와 그에 따른 검사주기를 쓰시오.

제3과목 : 설비운영(기계·장치 또는 계측기 등)

※ 단답형 및 서술형 문제의 답을 기술하시오. (1~2번 각 문제당 5점, 3번 10점, 4~7번 각 문제당 20점)

※ 계산문제는 반드시 계산과정과 답, 단위를 정확히 기재하여야 하며, 최종결과(답)에서는 개별 문제의 요구사항이 없을 경우 소수점 셋째자리에서 반올림하여 둘째자리까지 구하여야 합니다.

【문제 1】 응집약품 주입설비에 관한 내용이다. 다음 ( )에 알맞은 것을 쓰시오.

> 응집약품의 주입설비는 주입량의 (ㄱ)로부터 (ㄴ)까지 정밀하게 계량하고 조절하여 주입할 수 있는 (ㄷ)과(와) (ㄹ)가(이) 필요하다.

【문제 2】 상수도설계기준상 수·변전설비에 관한 내용이다. 다음 ( )에 알맞은 것을 쓰시오.

> ○ 특별고압용 개폐장치는 (ㄱ)방식 또는 스위치기어방식으로 하며, 고압용 개폐장치는 스위치기어방식을 표준으로 한다.
> ○ 외부로부터 침입하는 이상전압(surge)에 대하여 효율적으로 보호할 수 있도록 (ㄴ)를(을) 설치한다.
> ○ 안전상의 책임한계점에는 구분개폐기로서 (ㄷ) 또는 부하개폐기(지락보호장치부)를 설치한다.

【문제 3】 상수도설계기준상 차아염소산나트륨의 저장설비 설치기준 5가지만 기술하시오.

【문제 4】 정수약품주입 방법과 약품의 종류에 관하여 다음 물음에 답하시오.

물음 1) 건식주입방식에 대하여 기술하시오.

물음 2) 습식주입방식에 대하여 기술하시오.

물음 3) 습식방식으로 주입 가능한 알칼리제 약품 2가지만 쓰시오.

【문제 5】 2개의 부하 A와 B가 병렬로 연결되어 있다. 부하 A는 역률(지상) 60 %로 60 kW이고, 부하 B는 역률(진상) 80 %로 20 kW의 부하이다. 다음 물음에 답하시오. (단, 소수점 이하는 버린다.)

물음 1) 총 유효전력(kW)을 구하시오.

물음 2) 총 무효전력(kVar)을 구하시오.

물음 3) 합성역률(%)을 구하시오.

물음 4) 역률(지상) 90 %로 개선하기 위해 필요한 콘덴서 용량(kVA)을 구하시오.

【문제 6】 급속여과지 하부집수장치에 관하여 다음 물음에 답하시오.

물음 1) 하부집수장치의 기능을 5가지만 기술하시오.

물음 2) 하부집수장치의 설계시 요구되는 사항을 5가지만 기술하시오.

【문제 7】 상수도설계기준상 정수시설의 계측제어설비에 관하여 다음 물음에 답하시오.

물음 1) 여과지의 계측제어시 고려할 사항 4가지만 기술하시오.

물음 2) 계측제어설비가 이상적인 제 기능을 충분히 발휘하기 위하여 현장 설치시 고려해야 할 주요사항 4가지만 기술하시오.

제4과목 : 정수시설 수리학

※ 단답형 및 서술형 문제의 답을 기술하시오. (1~2번 각 문제당 5점, 3번 10점, 4~7번 각 문제당 20점)

※ 계산문제는 반드시 계산과정과 답, 단위를 정확히 기재하여야 하며, 최종결과(답)에서는 개별 문제의 요구사항이 없을 경우 소수점 셋째자리에서 반올림하여 둘째자리까지 구하여야 합니다.

【문제 1】 다음 ( )에 들어갈 용어를 순서대로 쓰시오.

○ 물의 (ㄱ)은(는) 물의 단위체적당 질량이다.
○ 물체의 (ㄴ)은(는) 물의 기준단위중량(4 ℃에서 순수한 물의 단위중량)에 대한 물체의 단위중량의 비이다.

【문제 2】 다음 ( )에 들어갈 용어를 순서대로 쓰시오.

○ 임의 지점에서 흐름특성이 시간에 따라 변하는지 여부에 따라 정상류와 부정류로 구분한다.
○ 흐름특성이 공간적으로 변하는지 여부에 따라 (ㄱ)(와)과 (ㄴ)(으)로 구분한다.

【문제 3】 다음은 레이놀즈실험에 관한 설명이다. (　)에 들어갈 내용을 순서대로 쓰시오. (ㄱ), (ㄴ), (ㄷ)은 용어를 (ㄹ)은 수식을 쓰되, (ㄷ)과 (ㄹ)은 보기에 제시한 용어와 변수를 이용하시오.

영국의 과학자이자 수학자인 레이놀즈는 해석적 및 실험적 연구를 통해 흐름특성과 관계있는 레이놀즈수를 제시하였다. 물이 직경 D인 관로를 통해 유속 V로 흐를 때 관로의 입구부에서 색소를 주입하면 색소의 이동 양상에 따라 흐름을 구분할 수 있다. 유속이 작을 경우 색소의 줄이 하나의 매끈한 선을 유지하게 되며 이때의 흐름을 (ㄱ)라 한다. 유속을 약간 증가시키면 부분적으로 매끈한 색소의 줄이 흐트러지는 것을 볼 수 있는데, 이러한 흐름을 천이류라 한다. 유속을 더욱 증가시키면 색소 줄은 관로 전체로 흐트러지게 되며 이때의 흐름을 (ㄴ)라 한다.
(ㄱ)와 (ㄴ)를 구분하는 무차원변수로 레이놀즈수를 다음과 같이 정의할 수 있다.

레이놀즈수 = (ㄷ) / 점성력 = (ㄹ)

< 보 기 >

・관성력	・점성력	・ 탄성력	・중력
・관의 직경: D	・관의 길이: L	・ 유속: V	
・물의 점성계수: μ	・물의 밀도: ρ		

【문제 4】 A펌프장의 아래와 같은 설비 조건을 이용하여 다음 물음에 답하시오.

○ 대기압수두(H_a): 10.0 m	○ 흡입측 손실수두(H_{sl}): 1.0 m
○ 흡입측 실양정(H_s): 3.0 m	○ 전손실수두(H_l): 7.0 m
○ 토출측 실양정(H_o): 20.0 m	○ Thoma의 공동현상계수: 0.2
○ 포화수증기압수두(H_p): 0.3 m	

물음 1) 펌프설비에서 이용할 수 있는 유효흡입수두 H_{sv}(m)를 구하시오.

물음 2) 펌프설비의 전양정 H_T(m)를 구하시오.

물음 3) 펌프가 필요로 하는 유효흡입수두 h_{sv}(m)를 구하시오.

물음 4) 위 계산결과를 바탕으로 펌프설비의 공동현상 발생 여부에 대해 평가하시오.

물음 5) 공동현상에 대한 안전을 고려할 경우, 흡입측 실양정(m)의 최대값을 구하시오. (단, 흡입측 실양정을 제외한 다른 조건은 위 조건과 동일한 것으로 가정하고, $H_{sv} - h_{sv} = 1.0$ m를 제한조건으로 한다.)

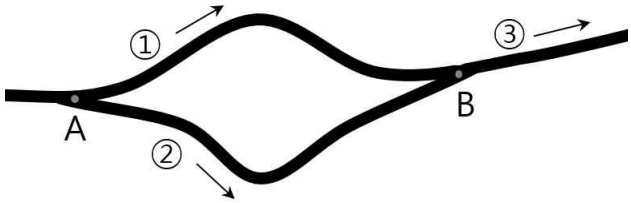
【문제 5】 A지역에 설치된 개수로의 한계경사를 구하기 위한 설명이다. ( )에 들어갈 내용을 보기의 변수를 이용하여 순서대로 쓰시오. (단, 에너지보정계수는 1이다.)

○ 한계류(critical flow)에서 프루드수가 1임을 이용하면, 한계속도 V_c = (ㄱ)이다.
○ Manning 공식에서 한계경사를 구하면, S_c = (ㄴ)이다.
○ Chezy 공식에서 한계경사를 구하면, S_c = (ㄷ)이다.
○ 광폭직사각형 수로의 경우, R_{hc}= (ㄹ)이므로, 위에서 구한 (ㄴ)은 (ㅁ)으로, (ㄷ)은 (ㅂ)으로 간단히 표현할 수 있다.

< 보 기 >

- 한계수심에서 동수반경: R_{hc}
- 한계수심에서 수리수심: D_c
- 한계수심에서 단면계수: Z_c
- 한계수심에서 통수능: K_c
- Manning의 조도계수: n
- Chezy의 계수: C
- 중력가속도: g

【문제 6】 C지역에 그림과 같은 병렬관수로가 설치되어 있다. 아래와 같은 조건을 이용하여 다음 물음에 답하시오. (단, 에너지보정계수는 1이고 중력가속도는 9.8 m/sec^{2}이다.)



①번관의 유량: $Q_1 = 0.2 m^3/\sec$	①번관의 마찰손실계수: $f_1 = 0.025$
①번관의 직경: $D_1 = 0.3 m$	①번관의 길이: $l_1 = 200 m$
②번관의 마찰손실계수: $f_2 = 0.035$	②번관의 직경: $D_2 = 0.5 m$
②번관의 길이: $l_2 = 300 m$	

물음 1) ①번관의 유속(m/sec)을 구하시오.
물음 2) ①번관의 마찰손실수두를 구하시오.
물음 3) ②번관의 유량(m^3/sec)을 구하시오.
물음 4) ③번관의 유량(m^3/sec)을 구하시오.

【문제 7】 A지역의 폭 4 m인 직사각형 단면 개수로에 20 m^3/sec의 유량이 2 m의 수심으로 흐르고 있다. 다음 물음에 답하시오. (단, 에너지보정계수는 1이고 중력가속도는 9.8 m/sec^{2}이다.)

물음 1) 비에너지(m)를 구하시오.
물음 2) 비력(m^3)을 구하시오.
물음 3) 프루드수(Froude number)를 구하시오.
물음 4) 한계수심(m)을 구하시오.
물음 5) 등류수심이 3 m인 경우, 개수로에 형성되는 수면곡선형을 쓰시오.