제1과목 : 수처리 공정

※ 단답형 3문제[1~3번]는 모두 답을 기술하고, 논문(서술)형 6문제[4~9번]에서는 그 중 4문제를 선택하여 답을 기술하시오. (1~2번 각5점, 3번 10점, 서술형 각 문제당 20점)

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

1. 다음에서 설명하는 중력식 급속여과의 제어방식 종류를 쓰시오.
   가. 여과지 수위를 검지하고 그 신호를 유량조절기구에 전달하여 정속여과를 유지하는 방식
   나. 유출수 위어를 여재표면보다 높은 위치에 설치하고 여과층 폐색에 따른 여재표면 위의 수심이 높아지게 함으로써 통수량 감소를 방지하는 방식
   다. 여과지 유출측에 계량장치와 유량조절장치를 설치하여 조절장치로부터 유량을 조정하는 방식
   라. 여과지 전체에 일정한 손실수두를 유지함으로써 유량을 조절하는 방식

2. 다음은 정수장에서 발생되는 배출수 처리처분과정이다. ( )에 알맞은 내용을 보기에서 찾아 순서대로 쓰시오.

(ㄱ) → (ㄴ) → (ㄷ) → 건 조 → 처 분

< 보 기 >

・소성	・탈수	・조정	・농축	・소화

3. 막여과 공정에 대한 다음 사항을 쓰시오.
   가. 막의 모듈 종류 4가지
   나. 막의 보존제 2가지
   다. 막의 세척제 (무기산, 유기산 각각 2가지)

4. 현탁물질(SS)의 침전에 관하여 다음 물음에 답하시오.
   가. 현탁물질 농도 및 응결 특성에 따라 침전유형을 4가지로 구분하고, 각 유형의 특성을 비교 설명하시오.
   나. 각각의 침전유형에 해당되는 침전지 명칭을 쓰시오.

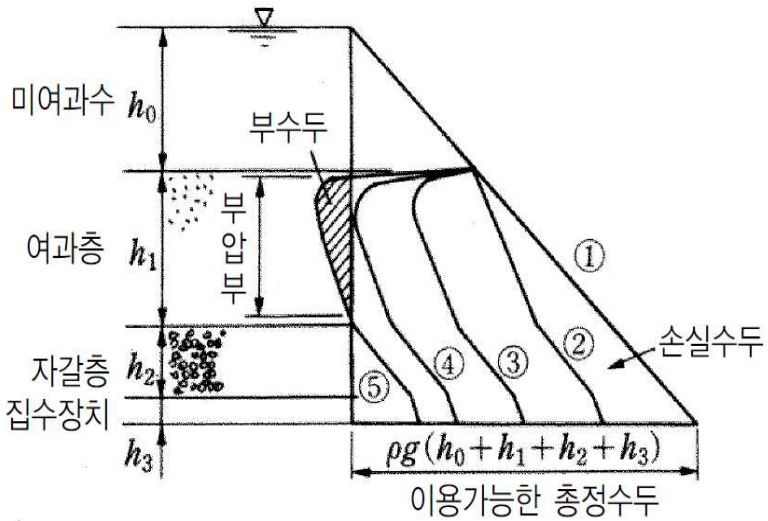
5. 다음 사항을 기준으로 급속여과법과 완속여과법의 상대적인 차이점을 비교 설명하시오.
   가. 여과속도
   나. 모래층 구조(유효경, 균등계수, 여층두께)
   다. 미생물 제거 효율
   라. 여재 재생방법
   마. 유지비 및 건설비

6. 순도 80 %인 생석회(CaO)를 이용한 Ca^{2+} 농도가 80 mg/L인 물의 연수화에 관한 사항이다. 아래 반응식을 이용하여 다음 물음에 답하시오.

$$CaO + Ca(HCO_3)_2 \rightleftarrows 2CaCO_3\downarrow + H_2O$$

   가. 경도의 정의와 경도물질 3가지(Ca^{2+} 제외)를 쓰시오.
   나. 이 물의 칼슘농도를 L당 당량(meq/L)으로 환산하시오.
   다. 물 1 m^3를 처리하는데 소요되는 생석회 양(g)을 구하시오.
   (단, 원자량은 Ca=40, O=16, C=12, H=1이다.)

7. 아래 그림은 단층모래 여과가 진행됨에 따라 여과층 내 수압분포의 시간적 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 ①은 여과지에 물을 채웠을 때 여과 시작 전의 수압분포를 나타낸 것이다. ②~⑤에 대해 각각의 수압분포가 나타내는 여과 특성을 설명하시오.



8. 염소소독에 관한 다음 물음에 답하시오.

가. 수중에 염소를 주입하였을 때 소독제에 의한 미생물 사멸률에 대한 Chick의 법칙과 수온 및 pH가 미생물 사멸속도에 미치는 영향에 대해 기술하시오.

나. 염소처리 시 발생되는 유리잔류염소와 결합잔류염소를 각각 2가지씩 쓰시오.

다. 지하수에 결합염소 소독을 적용할 수 있는 수질조건과 그 효과에 대해 각각 기술하시오.

9. 소독공정에 관한 다음 물음에 답하시오.

가. 소독능력을 나타내는 CT값의 개념을 설명하시오.

나. 각 소독법에서 발생되는 소독부산물을 각각 2가지씩 쓰시오.

① 염소소독

② 이산화염소소독

③ 오존소독

다. 염소소독에서 발생되는 소독부산물의 대표적인 원인물질(전구물질)과 제어방법 3가지에 대해 각각 기술하시오.

제2과목 : 수질분석 및 관리

※ 단답형 3문제[1~3번]는 모두 답을 기술하고, 논문(서술)형 6문제[4~9번]에서는 그 중 4문제를 선택하여 답을 기술하시오. (1~2번 각5점, 3번 10점, 서술형 각 문제당 20점)
※ 계산문제는 반드시 계산과정과 답, 단위를 정확히 기재하여야 하며, 최종결과(답)는 개별 문제의 요구사항이 없을 경우 소수점 셋째자리에서 반올림하여 둘째자리까지 구하여야 합니다.

1. 다음 ( )안에 각각 들어갈 내용과 공통된 단위를 쓰시오.

랑게리아지수(LI) = 물의 pH - pHs
pHs = [수온관련 상수] + [총용존고형물 관련 상수] - log(ㄱ) - log(ㄴ)

2. 수질오염공정시험기준에 따라 기체크로마토그래피법으로 폴리클로리네이티드비페닐 분석을 하고자 할 때 다음 ( )안에 들어갈 내용을 쓰시오.

채수한 시료를 (ㄱ)으로 추출하여 필요시 알칼리 분해한 다음 다시 (ㄱ)으로 추출하고 실리카겔 또는 플로리실 컬럼을 통과시켜 정제한다. 검출기는 (ㄴ)를 사용한다.

3. 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙상 광역상수도 및 지방상수도의 수도꼭지에서의 검사 중 정수장별 수도관 노후지역에서 매월 1회 이상 검사하여야 하는 항목 5가지를 보기에서 골라 쓰시오.

< 보 기 >

냄새, 맛, 색도, 탁도(濁度), 수소이온 농도, 잔류염소, 과망간산칼륨 소비량, 증발잔류물, 일반세균, 총 대장균군, 대장균 또는 분원성 대장균군, 암모니아성 질소, 질산성 질소, 총 트리할로메탄, 클로로포름, 브로모디클로로메탄, 디브로모클로로메탄

4. 계획정수량 200,000 m^3/day의 정수장에 발생오존농도 25 g/Nm^3의 오존접촉지를 설치하려고 한다. 실험을 통해 주입오존량 3.0 mg/L에 대해 잔류오존량 0.1 mg/L, 배출오존량 0.2 mg/L 임을 확인하였고 세척수량비는 10 %이다. 다음 각 항목을 구하시오.
   가. 오존이용률(%)
   나. 필요오존량(kg/h)
   다. 오존화공기량(Nm^3/h)

5. 먹는물수질공정시험기준상 과망간산칼륨소비량-산성법에 관한 다음 내용을 설명하시오.
   가. 목적(원리)
   나. 적용범위
   다. 간섭물질

6. 수질오염공정시험기준에 따라 식종희석수를 사용하여 생물화학적산소요구량(BOD)을 측정하였다. 식종희석수로 1/10 희석한 시료를 15분간 방치한 후 측정한 용존산소(DO) 농도는 9 mg/L, 5일간 배양한 다음의 DO는 3 mg/L이었다. 식종희석수에 대하여 시험한 결과가 배양전 DO 16 mg/L, 배양후 DO 4 mg/L 이다. 시료의 생물화학적산소요구량(mg/L)을 구하시오. (단, 희석시료 중의 식종액 함유율은 0.05 %, 희석한 식종액 중의 식종액 함유율은 0.5 %이다.)

7. 상수도시설기준에 따른 급속여과지 하부집수장치의 기능 5가지를 설명하고, 급속여과지 하부집수장치의 종류를 5가지만 쓰시오.

8. 수도법령상 정수처리된 물의 탁도 등의 기준에 관한 다음 내용을 설명하시오.
   가. 탁도 및 불활성화비의 기준
   나. 탁도의 검사주기
   다. 불활성화비의 검사항목별 검사주기

9. 정수의 먹는물 수질감시항목 중 감시기준값이 설정된 소독부산물 5종에 대하여 감시기준(μg/L), 검사주기, 시험결과 표시한계(mg/L)를 각각 쓰시오. (항목 - 감시기준 - 검사주기 - 시험결과 표시한계 순)

제3과목 : 설비운영(기계·장치 또는 계측기 등)

※ 단답형 3문제[1~3번]는 모두 답을 기술하고, 논문(서술)형 6문제[4~9번]에서는 그 중 4문제를 선택하여 답을 기술하시오. (1~2번 각5점, 3번 10점, 서술형 각 문제당 20점)

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

1. 변압기에 관한 설명이다. 다음 (ㄱ), (ㄴ)을 쓰시오.

- 변압기는 전력회사에서 수전받는 부하기기에 맞게 전압을 변화시켜 공급하는 전기설비로서 (ㄱ)에 따라 유입식 및 건식, 몰드식, 가스절연식 변압기로 분류할 수 있다.
- 변압기는 사용 장소, 용도 등에 따라 적합한 종류를 결정하며, 수도사업장과 같이 설비의 중요도가 큰 곳에서는 (ㄴ)를 구성하는 경우가 일반적이다.

2. 분말활성탄 주입설비에 관한 설명이다. 다음 (ㄱ) ~ (ㅁ)의 알맞은 내용을 보기에서 선택하여 쓰시오.

- 주입지점은 혼화와 접촉이 충분히 이루어지고 (ㄱ)의 효과에 영향을 주지 않도록 선정한다.
- 주입량은 (ㄴ)과 주입률로 결정한다.
- 주입방식은 습식과 건식이 있으며 (ㄷ)주입에서 슬러리조는 충분히 교반될 수 있는 구조로 적절한 용량이어야 한다.
- 접촉시간은 적어도 (ㄹ)분 이상으로 한다.
- 슬러리 농도는 건조환산한 값으로 (ㅁ)%를 표준으로 한다.

< 보 기 >

- 전염소처리, 오존처리, 처리유량, 처리유속, 습식, 건식
- 5, 10, 20, 1~1.5, 2.5~5, 7.5~10

3. 펌프의 제원 결정을 위해 검토해야 할 항목 5가지만 기술하시오.

4. 배오존 처리설비에 관하여 다음 물음에 답하시오.
   가. 배오존 처리 이유를 설명하시오.
   나. 배오존이 발생하는 설비 3가지를 쓰시오.
   다. 배오존 분해방식 3가지를 쓰시오.

5. 금속염응집제를 사용하는 급속혼화설비에 관하여 다음 물음에 답하시오.
   가. 급속혼화의 목적을 설명하시오.
   나. 혼화효율에 영향을 미치는 인자 4가지를 쓰시오.
   다. 급속혼화방식의 종류 4가지를 쓰시오.

6. 펌프제어에 관하여 다음 물음에 답하시오.
   가. 펌프를 제어하는 목적을 설명하시오.
   나. 펌프를 자동 또는 원격제어에 의해 운전하는 경우 필요한 장치 4가지와 그에 상응하는 사용목적 4가지를 쓰시오.

7. 한국전력공사로부터 수전받는 수·배전반 중 수전반에 설치되는 주된 부착기기를 국문명칭으로 10가지만 기술하시오.

8. 염소가스의 제해설비에 관하여 다음 물음에 답하시오.
   가. 제해설비의 종류 4가지를 쓰시오.
   나. 염소가스가 3 kg 누출되었을 때, 중화에 필요한 10 % 수산화나트륨 용액의 양을 계산하기 위한 아래의 계산식 (ㄱ) ~ (ㄹ)을 완성하고 그 양을 구하시오. (단, 반응률은 0.8이다.)

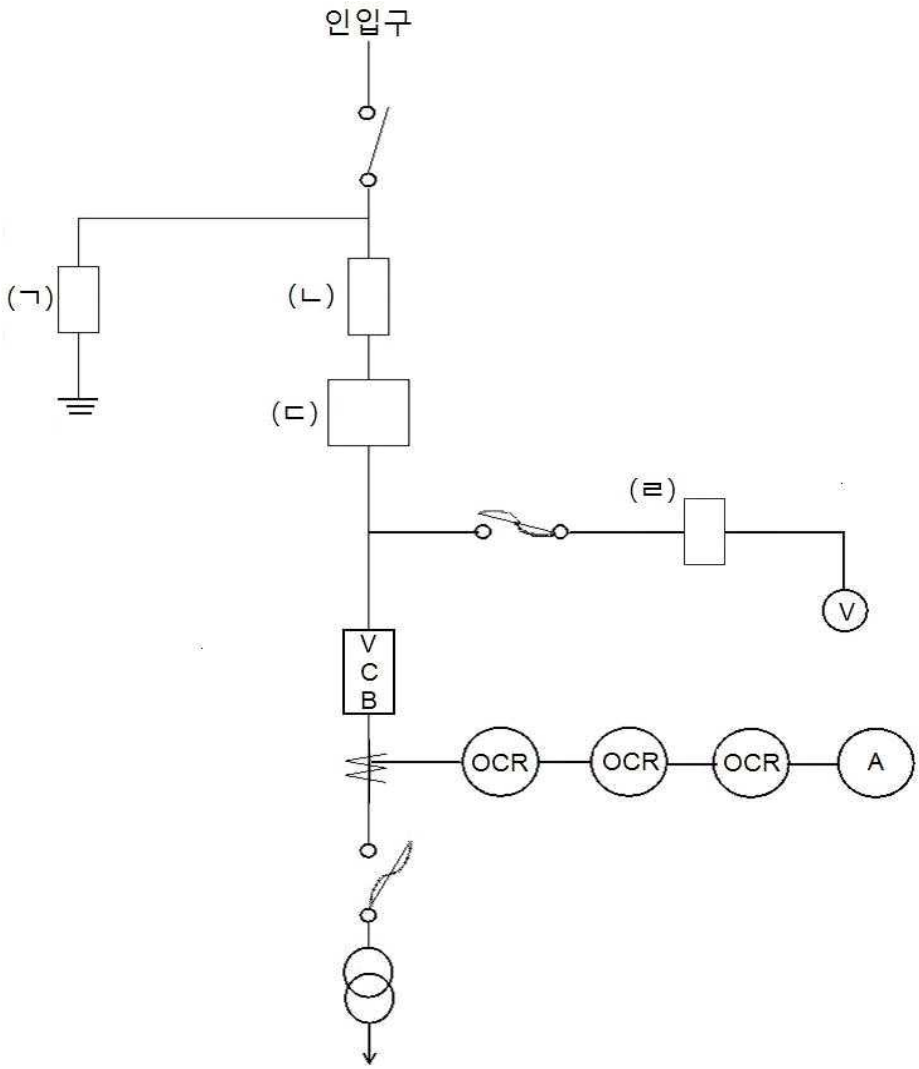
< 계산식 >

· 중화에 필요한 수산화나트륨의 양

$$= a \times \frac{2(NaOH\text{의 분자량})}{Cl_2\text{의 분자량}} \times \frac{1}{\eta} \times \frac{100}{C} = (\ \text{ㄱ}\ ) \times \frac{2(\ \text{ㄴ}\ )}{(\ \text{ㄷ}\ )} \times \frac{1}{\eta} \times \frac{100}{(\ \text{ㄹ}\ )}$$

9. 피뢰기에 관하여 다음 물음에 답하시오.

가. 다음 수전단서도에서 피뢰기의 위치를 (ㄱ) ~ (ㄹ) 중 찾아 쓰고, 피뢰기의 기호(약호)를 그리시오.



나. 피뢰기의 기능을 설명하시오.

다. '전기설비기술기준 및 판단기준'상 피뢰기가 설치되어야 할 장소 2가지만 기술하시오.

제4과목 : 정수시설 수리학

※ 단답형 3문제[1~3번]는 모두 답을 기술하고, 논문(서술)형 6문제[4~9번]에서는 그 중 4문제를 선택하여 답을 기술하시오. (1~2번 각5점, 3번 10점, 서술형 각 문제당 20점)

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

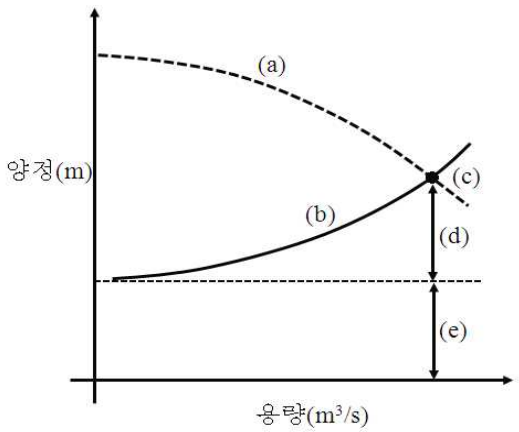
1. ( )에 알맞은 내용을 쓰시오.

펌프의 내부에서 유속이 급변하거나 와류발생, 유로장애 등에 의하여 유체의 압력이 저하되어 포화수증기압에 가까워지면 물속에 용존되어 있는 기체가 액체 중에서 분리되어 기포가 발생하는 것을 (ㄱ)(이)라 하고 유체가 유동하고 있을 때 정전 혹은 갑작스런 밸브 차단으로 유동하던 유체의 운동에너지가 압력의 변화를 가져와 관로의 벽면을 타격하는 것을 (ㄴ)(이)라 한다.

2. ( )에 알맞은 내용을 쓰시오.

개수로 내 흐름의 수심이 시간에 따라 변하지 않고 일정한 흐름을 (ㄱ)(이)라 하고 시간에 따라 시시각각으로 변하는 흐름을 (ㄴ)(이)라 한다. (ㄷ)은/는 수심이 공간적으로 변하지 않을 뿐만 아니라 시간적으로도 변하지 않는 흐름이다.

3. 그림은 펌프특성곡선과 운전점에 대한 설명이다. (a) ~ (e)에 알맞은 내용을 보기에서 고르시오.



< 보 기 >

효율	펌프 양정곡선	관로 양정곡선	펌프 운전점
손실수두	펌프 실양정	최대 회전수	

4. 수로의 폭이 3 m인 직사각형 단면 수로의 경사 S_0=0.0025, Manning의 조도계수 n=0.012이며 0.57 m^3/sec의 물이 흐르고 있다.
   가. 이 수로에서 한계류가 흐를 경우 Froude 수가 1 이라는 것을 이용하여 한계수심을 구하시오.
   나. 이 수로의 등류수심을 Manning 의 유속공식을 이용하여 계산하시오. (단, 수로를 광폭구형 단면으로 가정하여 동수반경은 수심과 같다고 가정한다.)
   다. '가', '나'에서 계산된 결과를 이용하여 수로의 경사를 결정하고, 이에 대한 판단근거를 제시하시오.
   라. 수로 상의 한 단면에서 측정한 수심이 0.3 m라면 이 흐름의 수면곡선형을 분류하시오.

5. 직경이 100 cm 원관에 0 ℃ 의 0.93 m^3/sec 유량의 물이 흐르고 있다. 다음 물음에 답하시오.
   가. 이 물의 Reynolds 수를 구하시오. (단, 0℃ 물의 동점성계수 ν=1.788×$10^{-6}$$m^2$/sec이다.)
   나. 이 물의 흐름 상태(층류 혹은 난류)를 구분하고 판단의 근거를 설명하시오.

6. 비중이 0.8인 직육면체 물체가 있다. 이 물체의 크기가 가로 3 m, 세로 12 m, 높이가 2 m 일 때, 다음 물음에 답하시오.
   가. 이 물체의 무게를 구하시오.
   나. 이 물체가 바다에 떠 있다면 물체의 잠긴 깊이를 구하시오. (단, 바닷물의 비중은 1.025이다.)

7. 조압수조(surge tank)를 설치하는 목적을 설명하고, 조압수조의 종류 3가지를 쓰시오.

8. 뉴튼의 점성법칙은 $\tau = \mu \frac{du}{dy}$와 같이 나타난다. (단, τ는 전단응력, u는 속도, y는 거리, μ는 점성계수이다.)
   가. τ, du, dy의 차원을 [MLT] 계 차원으로 나타내시오.
   나. μ의 차원을 [MLT] 계 차원으로 나타내시오.
   다. μ의 차원을 [FLT] 계 차원으로 나타내시오.

9. 다음 그림과 같이 수력발전소에서 유량 10 m^3/sec의 물로 수차를 돌려 발전하고 있다. 다음 물음에 답하시오. (단, 관로 내에서 *f*는 마찰계수, d는 직경, *l*은 길이이다.)

가. 관로내 유속을 구하시오.

나. A 저수지와 B 저수지간에 마찰손실과 터빈을 포함한 베르누이 방정식을 기술하시오. (단, 관로의 미소손실은 무시한다.)

다. 나에서 기술된 베르누이 방정식을 이용하여 수차의 이용수두(E_T)를 구하시오.

라. 다에서 계산된 수차의 수두를 이용하여 수차의 합성효율이 85 %일 때, 발전되는 동력(kW)을 구하시오.

