

제1과목 : 수처리공정

- ※ 논문(서술)형 8문제 중 5문제를 선택하여 답을 기술하시오. (각 문제당 20점)
- ※ 계산문제는 반드시 계산과정과 답, 단위를 정확히 기재하여야 하며, 최종결과(답)에서는 개별 문제의 요구사항이 없을 경우 소수점 셋째자리에서 반올림하여 둘째 자리까지 구하여야 합니다.

【문제 1】 급속여과지에서 여과유량 조절에 관한 다음 물음에 답하시오.

- 물음 1) 정속여과 및 정압여과 방식을 설명하시오.
- 물음 2) 정속여과 제어방식 3가지를 쓰고 방식별로 장·단점을 각각 1개씩만 쓰시오.
- 물음 3) 정압여과 제어방식 1가지를 쓰고 장·단점을 각각 1개씩만 쓰시오.

【문제 2】 여과지 역세척에 관한 다음 물음에 답하시오.

- 물음 1) 물역세척방식을 2단계로 나누어 설명하시오.
- 물음 2) 세척효과가 좋으며 유효한 여과층 팽창률(%) 범위를 쓰시오.
- 물음 3) 물역세척방식의 하부집수장치 3가지만 쓰시오.
- 물음 4) 역세척수 분배과정에서 균일한 유·출입을 위한 통수공경 및 통수저항의 조건을 쓰시오.

【문제 3】 횡류식 약품침전지에 관한 다음 물음에 답하시오.

물음 1) 길이 70 m, 폭 10 m, 깊이 4.5 m이고 체류시간이 5 h일 때, 표면부하율(m/d)을 구하시오.

물음 2) 입자의 밀도 $1,100 \text{ kg/m}^3$, 직경 0.05 mm인 입자의 침강속도(m/d)를 구하시오.
(단, 점성계수(μ)는 $0.75 \times 10^{-3} \text{ kg/m} \cdot \text{s}$ 이고, Stokes식을 적용할 것)

물음 3) 입자의 제거효율(%)을 구하시오.

【문제 4】 정수장의 유충관리에 관한 다음 물음에 답하시오.

물음 1) 정수장에서 환경부 예규에 따른 원수 유입부의 깔따구 유충 모니터링 주기와 모니터링 장치의 망목 크기를 쓰시오.

물음 2) 활성탄흡착지에서 깔따구 등 날벌레 유입을 막기 위한 방지대책 5가지만 쓰시오.

【문제 5】 상수도의 맛·냄새 제거에 관한 다음 물음에 답하시오.

물음 1) 맛·냄새를 유발하는 생물학적 발생원 종류 3가지만 쓰시오.

물음 2) 맛·냄새 물질 제거 방법 5가지만 쓰시오.

【문제 6】 생산량 $5,000 \text{ m}^3/\text{h}$ 의 정수장에서 현장제조 차아염소산나트륨을 이용하여 유리 잔류염소 농도를 0.4 mg/L 로 유지하고자 할 때 주입량(L/d)을 구하시오. (단, 염소요구량은 1.8 mg/L , 차아염소산나트륨의 유효염소농도는 1.0% , 비중은 1.1 이다.)

【문제 7】 정수장의 역세척배출수와 침전슬러지를 혼합하여 처리하는 것은 바람직하지 않아 분리 처리하는 것이 권장되고 있다. 그 이유 2가지를 서술하시오.

【문제 8】 막(membrane)여과시설의 대표적인 막 오염물질 4종류만 쓰고, 투과속도 회복을 위한 세척약품을 각각 한 가지만 쓰시오.

제2과목 : 수질분석 및 관리

※ 논문(서술)형 8문제 중 5문제를 선택하여 답을 기술하시오. (각 문제당 20점)

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

【문제 1】 수질오염공정시험기준상 정도관리 요소에 관한 다음 물음에 답하시오.

물음 1) 방법바탕시료와 시약바탕시료를 각각 기술하시오.

물음 2) 검정곡선법, 표준물첨가법, 내부표준법을 각각 기술하고, 그래프를 그리시오.
(단, 그래프의 x축, y축 인자를 표시하시오.)

【문제 2】 먹는물수질공정시험기준상 금속류-원자흡수분광광도법의 간섭물질에 관한 다음 물음에 답하시오. (단, 답은 1가지만 쓰시오.)

물음 1) 화학물질이 공기-아세틸렌 불꽃에서 분자상태로 존재하여 낮은 흡광도를 보일 때가 있다. 이는 어떤 경우에 발생하는지 쓰시오.

물음 2) 실리콘은 망간 측정을 간섭한다. 이를 방지할 수 있는 방법을 쓰시오.

물음 3) 실리콘과 알루미늄은 높은 불꽃 온도가 요구된다. 이를 위해 사용하는 불꽃의 종류를 쓰시오.

물음 4) 염이 많은 시료를 분석하면 버너 헤드 부분에 고체가 생성되어 불꽃이 자주 꺼지고 버너 헤드를 청소해야 한다. 이를 방지하기 위한 방법을 쓰시오.

물음 5) 시료 중에 칼륨, 나트륨, 리튬, 세슘과 같이 쉽게 이온화되는 원소가 1,000 mg/L 이상의 농도로 존재할 때에는 금속 측정을 간섭한다. 보정 방법을 쓰시오.

- 【문제 3】 상수고도처리 시 사용되는 입상활성탄에 관한 설명이다. 다음 물음에 답하시오.
- 물음 1) 입상활성탄의 등온흡착모델 중 Freundlich 모델식과 모델식에 사용되는 인자의 의미를 기술하시오.
- 물음 2) 다음의 조건에서 정수장이 운영되고 있을 경우 필요한 활성탄의 양(mg/L)을 구하시오. (단, 계산과정을 포함)

• 오염물질 유입농도: 10 mg/L	• 오염물질 유출농도: 1 mg/L
• K: 0.5	• n: 1

- 【문제 4】 수돗물의 염소소독공정에 관한 설명이다. 다음 물음에 답하시오.

- 물음 1) 염소주입률과 잔류염소농도와의 관계를 그래프로 그리시오.
(단, I 형: 유기물이나 피산화물을 전혀 함유하지 않은 물,
II 형: 일정한 염소요구량을 가지고 있는 물,
III 형: 수중에 암모니아화합물이나 유기성질소화합물(알부미노이드, 아미노산, 아민 등)을 함유한 물로 구분하여 작성)
- 물음 2) 염소와 물의 화학반응식(가수분해 반응)을 쓰시오.
- 물음 3) 수중 암모니아와 염소의 3단계 화학반응식을 쓰고, 이때 발생하는 클로라민 명칭을 각각 쓰시오.
- 물음 4) 먹는물수질공정시험기준상 잔류염소 시험방법을 2가지만 쓰시오.

- 【문제 5】 막여과 정수시설의 설치기준상 막여과 정수시설을 설치하고자 하는 일반수도 사업자는 막여과공정의 안전성 확보를 위하여 적합한 공정을 사용하여야 한다. 수도용 막여과공정에 관한 다음 항목의 평가기준을 쓰시오.

- 물음 1) 탁도
- 물음 2) 막여과 유속
- 물음 3) 회수율
- 물음 4) 공정의 운전시간

【문제 6】 먹는물 수질감시항목 운영 등에 관한 고시에 관한 내용이다. 다음 물음에 답하시오.
물음 1) ()에 들어갈 내용을 순서대로 쓰시오.

- (가)(이)란 감시항목으로 설정한 물질의 인체 위해도를 근거로 평생 섭취하여도 건강에 위해를 끼치지 않는 수준으로 설정한 수질관리 목표값을 말한다.
- (나)은/는 (가)에 대해 매 (다) 마다 국제적 추세 및 현실여건의 변화 등을 검토하여 재설정 조치 등이 필요하다 판단되는 경우 (라)에게 보고하여야 한다.

물음 2) 조류경보제 발령 시 수질검사의 주기가 강화되는 항목 3가지를 쓰시오.
물음 3) 먹는샘물의 감시항목 3가지를 쓰시오.

【문제 7】 수처리제의 기준과 규격 및 표시기준 고시상 부식억제제에 관한 다음 물음에 답하시오.

- 물음 1) 부식억제제를 분류하여 종류별로 쓰시오.
물음 2) 종류별 유효주성분을 쓰시오.
물음 3) 종류별 색상(상온기준에서 상태, 색상)을 쓰시오.

【문제 8】 먹는물관리법에 관한 다음 물음에 답하시오.

- 물음 1) 먹는물관리법에 명시된 목적을 쓰시오.
물음 2) 먹는물관리법상 용어의 정의이다. ()에 들어갈 내용을 순서대로 쓰시오.

- “(가)”(이)란 암반대수층(岩盤帶水層) 안의 지하수 또는 용천수 등 수질의 안전성을 계속 유지할 수 있는 자연 상태의 깨끗한 물을 먹는 용도로 사용할 원수(原水)를 말한다.
- “(나)”(이)란 자연 상태의 물을 정수(淨水) 또는 소독하거나 먹는물 공급 시설의 산화방지 등을 위하여 첨가하는 제제를 말한다.
- “(다)”(이)란 여러 사람에게 먹는물을 공급할 목적으로 개발했거나 저절로 형성된 약수터, 샘터, 우물 등을 말한다.
- “(라)”(이)란 정수기에 대한 구조, 재질, 정수 성능 등을 종합적으로 검사하는 것을 말한다.

제3과목 : 설비운영(기계·장치 또는 계측기 등)

※ 논문(서술)형 8문제 중 5문제를 선택하여 답을 기술하시오. (각 문제당 20점)

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

【문제 1】 용존공기부상(DAF)설비에 관한 다음 물음에 답하시오.

물음 1) 용존공기부상(DAF)에 필요한 기계설비 2가지만 쓰시오.

물음 2) 플록형성지에서 부상이 쉬운 플록들을 만들기 위한 중요한 기준 2가지만 쓰시오.

물음 3) 부상분리지에서 플로트(float) 수집장치에 사용되는 방법 3가지만 쓰시오.

물음 4) 예비침전지에 관한 설명이다. ()에 알맞은 내용을 쓰시오.

- 탁도 (㉠) NTU는 용존공기부상(DAF)과 침전공정의 효율적인 선택을 구분 짓는 경계로 알려져 있다.
- 예비침전지는 혼화와 (㉡) 등의 전처리를 할 경우 35 NTU 이하로 감소시킬 목적으로 사용한다.
- 예비침전지는 평상시에는 배출수에서 반송되는 역세척배출수의 탁질부하를 80% 이상 제거하는 (㉢)의 역할을 수행할 수 있다.

【문제 2】 폭기설비의 충전탑식 폭기장치에 관한 다음 물음에 답하시오.

물음 1) 충전탑에서 물의 분산장치 형식 4가지만 쓰시오.

물음 2) 충전탑의 직경 결정시 충족조건 2가지만 쓰시오.

물음 3) 충전층의 높이 결정시 고려인자 4가지만 쓰시오.

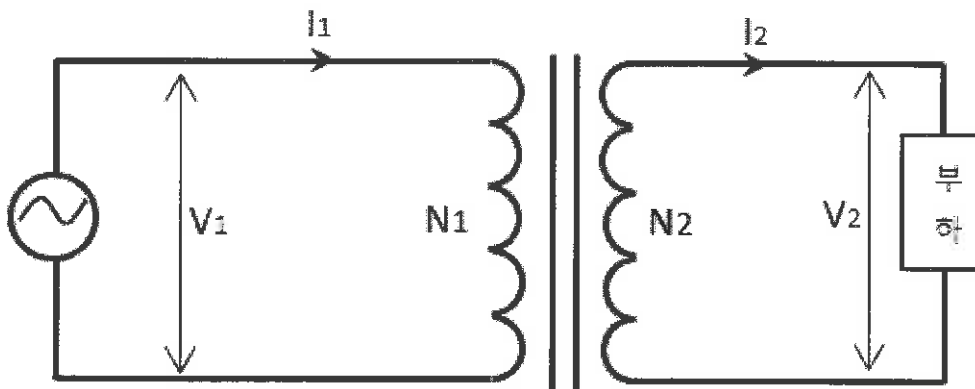
【문제 3】 자외선 소독설비에 관한 다음 물음에 답하시오.

물음 1) 자외선램프의 종류 2가지만 쓰시오.

물음 2) 자외선강도에 미치는 영향인자 5가지만 쓰시오.

물음 3) 자외선램프와 반응조 이외의 자외선 소독 구성장비 3가지만 쓰시오.

【문제 4】 단상변압기의 회로도이다. 다음의 물음에 답하시오.

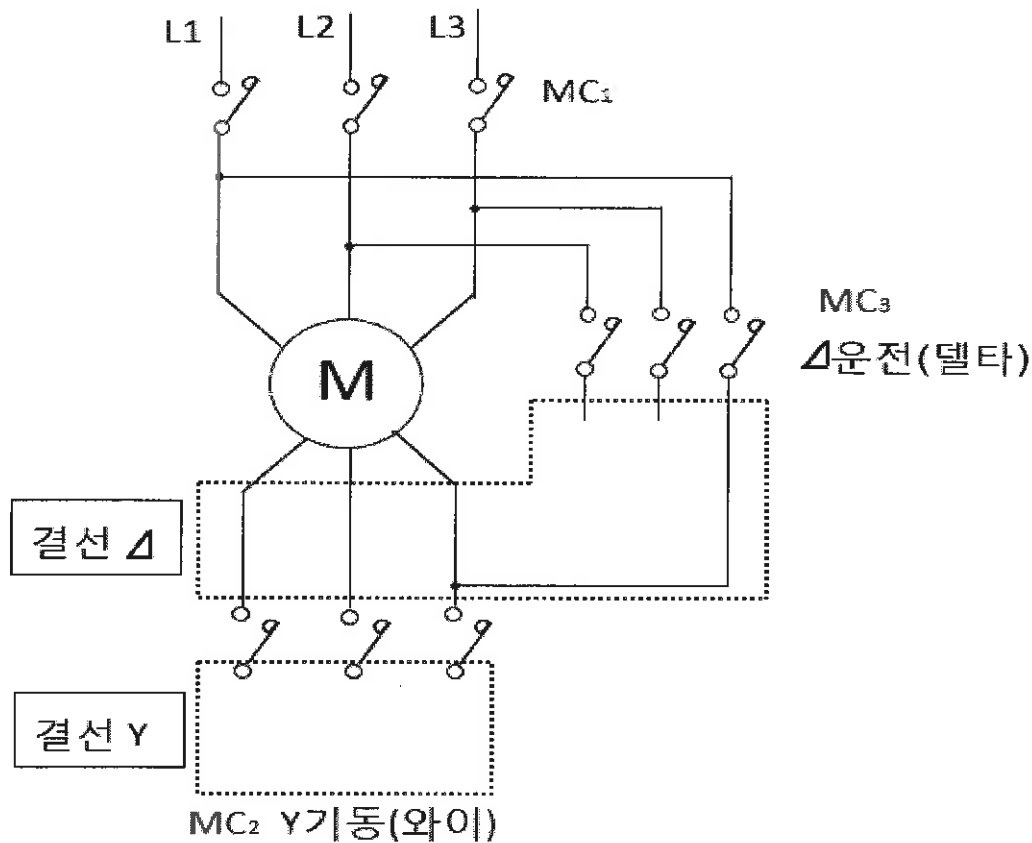


물음 1) 1차와 2차에 감은 코일의 횟수가 각각 20회, 100회라고 할 때 1차전압(V_1)이 30 V일 경우 2차전압(V_2)을 구하시오.

물음 2) 1차와 2차에 감은 코일의 횟수가 각각 20회, 100회라고 할 때 1차전류(I_1)가 5 A일 경우 2차전류(I_2)를 구하시오.

물음 3) 변압기의 병렬운전 조건을 3가지만 쓰시오.

【문제 5】 농형 유도전동기의 기동방식 중 와이-델타(Y-Δ) 기동의 회로도이다. 다음 물음에 답하시오.



물음 1) 3상 유도전동기에 기동장치가 필요한 이유에 대하여 쓰시오.

물음 2) 전전압(직입) 방식으로 운전했을 때 기동전류가 30 A일 때, 위의 그림과 같이 운전할 경우 기동전류(A)는 얼마인지 쓰시오.

물음 3) 미완성된 결선 Δ 와 결선Y의 결선도를 완성하시오. (단, 결선의 접속점에는 반드시 점을 찍어 구분한다.)

【문제 6】 액화염소에 관한 다음 물음에 답하시오.

물음 1) 액화염소 저장실의 안전한 관리를 위한 시설 또는 설비 2가지만 쓰시오.

물음 2) 염소가스 누출 시 중화 처리하는데 필요한 구성설비 3가지만 쓰시오.

물음 3) 염소가스 누출 시 수산화나트륨용액과 염소가스를 기액반응으로 중화시키는 염소중화방식(장치) 2가지만 쓰시오.

물음 4) 액화염소를 저장조에 넣기 위한 공기공급장치의 구성설비 3가지만 쓰시오.

【문제 7】 펌프의 캐비테이션(공동현상)에 관한 다음 물음에 답하시오.

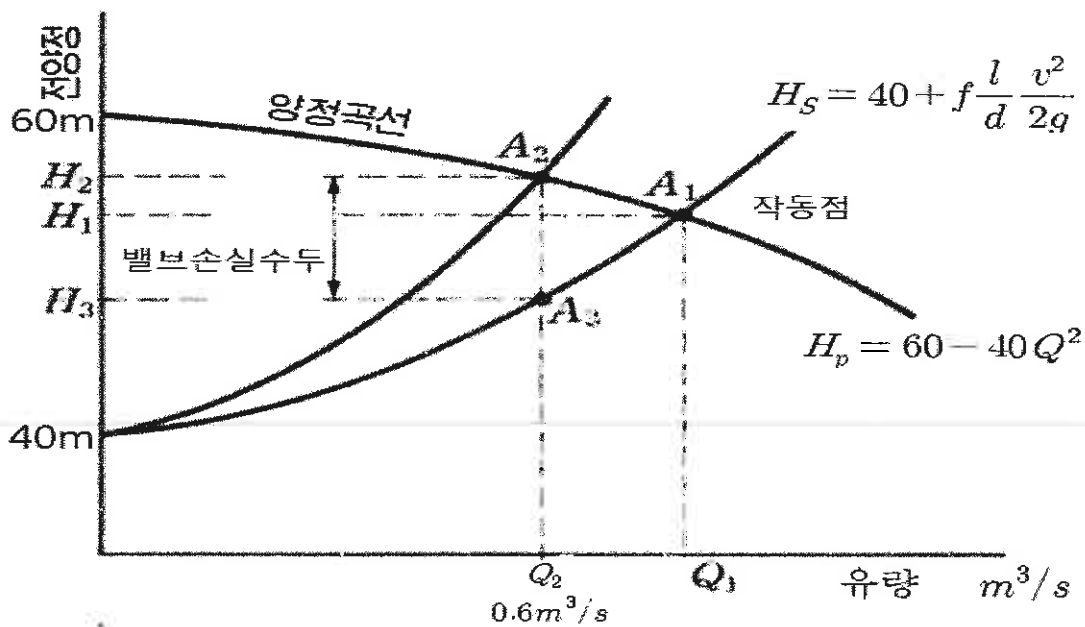
물음 1) 가용유효흡입수두(available NPSH; h_{sv})의 식(기호 설명 포함)을 쓰시오.

물음 2) 흡입비속도(S)를 사용하여 필요유효흡입수두(required NPSH: H_{sv})의 식(기호 설명 포함)을 쓰시오.

물음 3) 캐비테이션에 안전하기 위한 가용유효흡입수두(h_{sv})와 필요유효흡입수두(H_{sv})의 관계식을 쓰고, 캐비테이션 방지대책으로 h_{sv} 와 H_{sv} 을 어떻게 해야 하는지를 쓰시오.

물음 4) 캐비테이션 발생으로 인한 피해현상 2가지만 쓰시오.

【문제 8】 관마찰계수 $f = 0.03$, 내경 100 cm, 그리고 길이가 3,000 m인 파이프를 통해 정수지로부터 40 m 높은 배수지로 송수하는 펌프의 양정곡선과 관로저항곡선도이다. 다음 물음에 답하시오.



물음 1) 작동점에서의 $Q_1 (m^3/s)$ 을 구하시오.

물음 2) 밸브개도조절로 Q_2 가 $0.6 m^3/s$ 일 때의 밸브손실수두(m)를 구하시오.

물음 3) Q_2 가 $0.6 m^3/s$ 이고, 펌프효율이 80 %일 때의 축동력(kW)을 구하시오.

물음 4) 밸브개도 제어의 단점 2가지만 쓰시오.

제4과목 : 정수시설 수리학

※ 논문(서술)형 8문제 중 5문제를 선택하여 답을 기술하시오. (각 문제당 20점)

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

【문제 1】 관경 25 cm, 길이 100 m인 관을 통해 유량 $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 의 물을 축동력 40 kW의 펌프를 사용해 송수하고자 한다. 다음 물음에 답하시오. (단, 펌프의 효율은 80%, 중력 가속도는 9.8 m/s^2 , 관로 마찰손실계수는 0.03, 그 외 손실계수의 합은 3.0 이다.)

물음 1) 펌프가 양수할 수 있는 실양정(m)을 구하시오.

물음 2) 펌프의 비속도가 250일 때, 펌프의 회전수(rpm)를 구하시오.

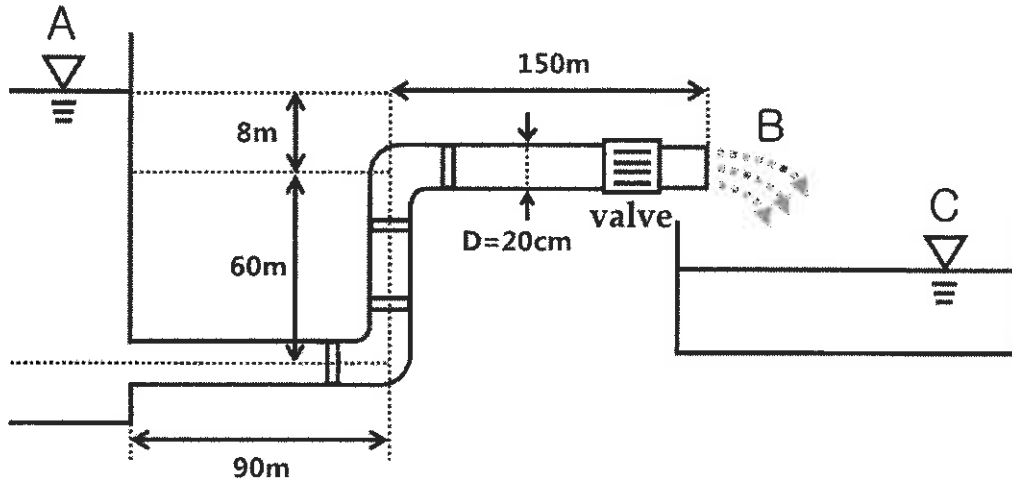
【문제 2】 관경(D) 1 m, 관두께(t) 10 mm의 주철관으로 된 길이 1 km 관로에 유량 $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 로 물이 흐를 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 물의 체적탄성계수(k)는 $2.2 \times 10^9 \text{ N/m}^2$, 주철관의 탄성계수(E)는 $1.5 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ 이고, 하류측 밸브가 완전히 폐쇄될 때까지 10 s가 소요된다. 수충파의 전파속도(m/s)는 $\alpha = \frac{1,498}{\sqrt{1 + \frac{k}{E} \frac{D}{t}}}$ 를 따른다.)

물음 1) 수충파의 전파속도(m/s)를 구하시오.

물음 2) 수충파의 왕복시간(s)을 구하고, 하류측 밸브의 폐쇄가 완속폐쇄인지 급속폐쇄인지 쓰시오.

【문제 3】 상수도시설 유지관리 매뉴얼상 펌프가 양수를 못하게 되는 원인 5가지와 각 원인에 대한 대책을 1가지씩 쓰시오.

【문제 4】 그림과 같이 왼쪽 물탱크(A)로부터 오른쪽 수조(C)로 관경(D) 20 cm의 관을 통해 급수를 하고 있다. 다음 물음에 답하시오. (단, 입구손실계수는 0.5, 출구손실계수는 1.0, 관마찰계수는 0.02, 엘보손실계수는 1.129 이고, 밸브를 완전히 열었을 때의 밸브손실계수는 0.169, 밸브를 1/2 닫았을 때의 밸브손실계수는 20이다. 그 외 미소손실은 제외한다.)



- 물음 1) 밸브를 완전히 열었을 때 관로를 통해서 흐르는 유량(m^3/s)을 구하시오.
 물음 2) 밸브를 1/2 닫았을 때 관로를 통해서 흐르는 유량(m^3/s)을 구하시오.
 물음 3) 밸브를 완전히 열었을 때와 밸브를 1/2 닫았을 때 흐르는 유량을 비교하여 얼마(%) 감소하는지 구하시오.

【문제 5】 수도시설에서 사용하는 밸브에 관한 다음 물음에 답하시오.

- 물음 1) 풋밸브의 사용목적을 설명하시오.
 물음 2) 지수밸브의 사용목적을 설명하고, 지수밸브의 종류 3가지를 쓰시오.
 물음 3) 스윙식 체크밸브의 사용목적을 설명하고, 스윙식 체크밸브의 종류 3가지를 쓰시오.

【문제 6】 관경이 1.0 m인 콘크리트 원형 도수관($n=0.015$)에 수심 0.8 m로 유량 $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 의 물이 흐른다. 다음 물음에 답하시오. (단, 중력가속도는 9.8 m/s^2 이고, Manning 공식을 이용하시오.)

- 물음 1) 관의 유수단면적(m^2)을 구하시오.
- 물음 2) 관의 윤변(m)을 구하시오.
- 물음 3) 관의 동수반경(m)을 구하시오.
- 물음 4) 관의 수로경사를 구하시오.

【문제 7】 침전지에 설치된 삼각형 위어와 사각형 위어의 유량계수가 동일할 때, 월류수심의 측정오차에 따른 유량오차가 5% 이하가 되게 하려고 한다. 다음 물음에 답하시오. (단, 삼각형 위어의 유량을 구하는 공식은 $Q = CH^{5/2}$ 이고, 사각형 위어의 유량을 구하는 공식은 $Q = CbH^{3/2}$ 이고, C 는 유량계수, H 는 월류수심, b 는 바닥 폭이다.)

- 물음 1) 삼각형 위어에서 월류수심의 최대허용 측정오차(%)를 구하시오.
- 물음 2) 사각형 위어에서 월류수심의 최대허용 측정오차(%)를 구하시오.

【문제 8】 취수원으로부터 관경 100 mm인 매끄러운 관을 통해 단면평균유속 $0.5 \sim 1.0 \text{ m/s}$ 의 범위로 원수를 공급할 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 중력가속도는 9.8 m/s^2 , 동점성계수는 $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 이고, 미소손실은 무시한다. 초기 마찰손실계수는

Blasius 마찰식 $f = \frac{0.316}{Re^{0.25}}$ 으로 구하고, Re 는 레이놀즈수이다.)

- 물음 1) 이 관로에 대해 지수 형태의 마찰손실수두 Darcy 방정식($f = bQ^c$, 여기서 b, c 는 상수)을 구하시오.
- 물음 2) 단위길이당 마찰손실수두를 유량의 함수로 표현하여 쓰시오.