

과제 #2 - Solutions

제출일시: 10/12 23:59

*** 과제는 여러분들의 자가학습을 위한 것으로, 정답을 기준으로 채점하지 않고 본인이 직접 문제를 해결했는지 여부로 평가합니다. 문제풀이를 한 노력이 보이면 감점은 전혀 없습니다. 답안 작성을 하지 않았을 경우 해당 문제를 0점, 한 문제라도 다른 이의 답안을 그대로 활용한 것이 분명할 경우 해당 과제 전체를 0점 처리합니다.**

1. 대기 중의 탄소를 해양의 심층부로 이동시키는 기작인 solubility pump와 biological pump에 대하여 조사하여 설명하시오. (10점)

답)

Solubility pump: 해수 표면에서 냉각된 물이 그에 따라 높은 이산화탄소 용해도를 가져 대기 중의 이산화탄소를 용해시키고, 밀도차에 의하여 하부로 이동함으로써 대기 중의 이산화탄소를 심해로 이동

Biological pump: 해수 표면의 식물성 플랑크톤이 대기 중의 이산화탄소를 광합성을 통하여 생체의 유기탄소(바이오매스)로 전환하고, 이 사체가 가라앉으면서 탄소를 심해로 이동

2. 본 수업 eTL 자료실에 업로드된 “한국의 전통 생태공학” 관련 칼럼 4편을 읽고, 그중 한 칼럼을 골라 그 칼럼에서 소개하는 우리나라 전통의 생태공학적 삶의 지혜를 현대 도시에 접목할 수 있는 방안을 고찰하여 A4 용지 1/3 내외 분량으로 논하시오. (25점)

3. 우리나라의 대기 중 아황산가스 농도기준은 20 ppb이며(연간 평균값) 이를 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 단위로 환산하면 20°C , 1기압에서 $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다. 어떤 여성이 18세부터 75세까지 우리나라에 거주하면서 20 ppb의 아황산가스에 노출되어 왔다고 가정하자. 이 여성은 매년 주기적으로 20일간 아황산가스 농도가 0 ppb인 청정지역에서 휴가를 보내고 나머지 기간은 전일 우리나라에 거주했다고 할 때, 이 여성의 Chronic Daily Intake(CDI)를 구하시오. (단, 체중은 60 kg, 대기 흡입량은 $11.3 \text{ m}^3/\text{day}$, averaging time(AT)는 노출기간과 동일한 57 years = 20805 days 사용) (10점)

답)

$$CDI = C \left[\frac{(CR)(EFD)}{BW} \right] \left(\frac{1}{AT} \right)$$

$$C = 54 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

$$CR = 11.3 \text{ m}^3/\text{day}$$

$$EFD = EF \times ED = 345 \text{ days/year} \times 57 \text{ years} = 19665 \text{ days}$$

$$BW = 60 \text{ kg}$$

$$AT = 20805 \text{ days}$$

$$CDI = (54 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3) \cdot \frac{11.3 \text{ m}^3/\text{day} \cdot 19665 \text{ days}}{60 \text{ kg}} \cdot \frac{1}{20805 \text{ days}} = 9.61 \text{ } \mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$$

4. 최용주 교수는 미국에서 5년간 거주한 후 본 학부에 임용되었다. 어느 날 그는 미국에서 마셨던 음용수에 사염화탄소(carbon tetrachloride) 0.05 mg/L와 클로로포름(chloroform) 0.8 mg/L가 함유된 것으로 밝혀졌다는 뉴스를 보고 화들짝 놀라 그 발암위해도를 계산해 보고자 하였다. 최용주 교수가 미국에 체류하는 동안 매일 이 음용수를 2 L씩 섭취하였고, 매년 365일 중 350일을 미국에 체류하였으며, 체중을 65 kg으로 가정하였을 때, 다음 물음에 답하시오.

1) 최용주 교수의 일생 동안 사염화탄소 및 클로로포름의 노출경로가 미국에서의 음용수 섭취에 한정된다고 가정하였을 때, 최용주 교수의 두 물질 각각에 대한 chronic daily intake (CDI) 값을 구하시오. 단, averaging time (AT)는 75년(=27375일)으로 가정하시오. (10점)

답)

$$CDI = C \left[\frac{(CR)(EFD)}{BW} \right] \left(\frac{1}{AT} \right)$$

$$CR = 2 \text{ L/day}$$

$$EFD = EF \times ED = 350 \text{ days/year} \times 5 \text{ years} = 1750 \text{ days}$$

$$BW = 65 \text{ kg}$$

$$AT = 27375 \text{ days}$$

i) 사염화탄소

$$C = 0.05 \text{ mg/L}$$

$$CDI = (0.05 \text{ mg/L}) \cdot \frac{2 \text{ L/day} \cdot 1750 \text{ days}}{65 \text{ kg}} \cdot \frac{1}{27375 \text{ days}} = 9.83 \times 10^{-5} \text{ mg/kg/day}$$

ii) 클로로포름

$$C = 0.8 \text{ mg/L}$$

$$CDI = (0.8 \text{ mg/L}) \cdot \frac{2 \text{ L/day} \cdot 1750 \text{ days}}{65 \text{ kg}} \cdot \frac{1}{27375 \text{ days}} = 1.57 \times 10^{-3} \text{ mg/kg/day}$$

2) 미국에서의 사염화탄소 및 클로로포름 음용수 섭취에 따른 최용주 교수의 발암 위험도(carcinogenic risk)를 구하시오. 경구 섭취(oral intake)에 의한 slope factor는 사염화탄소가 0.13 kg-day/mg, 클로로포름이 0.0061 kg-day/mg이다. (5점)

답)

$$Cancer\ risk = (CDI) \times (SF)$$

$$\text{사염화탄소: } 9.83 \times 10^{-5} \text{ mg/kg/day} \times 0.13 \text{ kg-day/mg} = 1.28 \times 10^{-5}$$

$$\text{클로로포름: } 1.57 \times 10^{-3} \text{ mg/kg/day} \times 0.0061 \text{ kg-day/mg} = 9.58 \times 10^{-6}$$

$$\text{따라서, 총 발암위해도는 } 1.28 \times 10^{-5} + 9.58 \times 10^{-6} = 2.24 \times 10^{-5}$$

5. 어떤 유역에 연간 120 cm의 강수가 내린다. 이 유역의 평균 유출계수(runoff coefficient)는 0.35이고, 유역에서의 유출은 전량 이 유역을 배수시키는 하천을 통해 발생한다. 유역에서의 침투량은 7.0×10^{-7} cm/s, 증발산량은 45 cm/year이다. 연간 이 유역의 storage 변화량을 cm/year 단위로 구하시오. (10점)

답)

Input processes: precipitation (P)

Output processes: River flow out (Q_{out}), infiltration (I), evapotranspiration (E_T)

유역에서의 storage 변화량 $\Delta S/t$ 는

$$\Delta S/t = P - Q_{out} - I - E_T$$

$$\begin{aligned} \Delta S/t &= 120 \text{ cm/year} - 120 \text{ cm/year} \cdot 0.35 - 7.0 \times 10^{-7} \text{ cm/s} \cdot (86400 \times 365) \text{ s/year} - 45 \text{ cm/year} \\ &= 10.9 \text{ cm/year} \end{aligned}$$

6. 폐기물 매립지 하부에는 매립지에서 발생하는 침출수의 유출을 방지하기 위한 차수층을 설치한다. 국내 매립지 차수층 설계기준에 따르면, 이 차수층은 1) 2 mm 두께 이상의 합성수지막과 50 cm의 점토층으로 이루어지거나 2) 100 cm의 점토층만으로 이루어질 수 있다. 이 때 점토층의 수리전도도(hydraulic conductivity)는 10^{-7} cm/s 이하여야 한다. 동수경사(hydraulic gradient)가 1 cm/cm일 때, 침출수가 수리전도도 10^{-7} cm/s, 공극률(porosity) 55%, 두께 100 cm인 점토층을 통과하는 데 걸리는 시간(단위: 년)을 구하시오. (5점)

답)

$$\text{Darcy's velocity, } v = K \cdot i = 10^{-7} \text{ cm/s} \times 1 \text{ cm/cm} = 10^{-7} \text{ cm/s}$$

$$\text{Seepage velocity, } v' = \frac{v}{\eta} = \frac{10^{-7} \text{ cm/s}}{0.55} = 1.82 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$$

$$\text{Time for seepage, } T = \frac{L}{v'} = \frac{100 \text{ cm}}{1.82 \times 10^{-7} \text{ cm/s}} = 5.49 \times 10^8 \text{ s} = 17.4 \text{ years}$$