임상 화학(Clinical Chemistry)

Lecture 5. Solutions

Prof. Choi Jeong Su
E-mail : guesschjs@korea.ac.kr
H.P : 010-6314-3910

Lecture 5. Solutions

■ 용액과 용해도 (Solution and Solubility)

- 용액 (Solution)

  >> 두 가지 혹은 그 이상의 성분이 균일하게 혼합되어 있는 물질을 용액이라 한다.

  >> 용해되는 물질을 용질(Solute)

  >> 용질을 용해하는 액체를 용매(Solvent)

  >> 용액의 용매가 물일 때 수용액, 물 이외의 용매를 사용하면 비수용액이라 한다.

- 용해도 (Solubility)

  >> 일정한 온도에서 일정량의 용매에 용해되는 물질의 한도

- 포화용액(Saturated Solution)

  >>용매가 그 온도에서 용해시킬 수 있는 모든 용질을 포함하는 용액

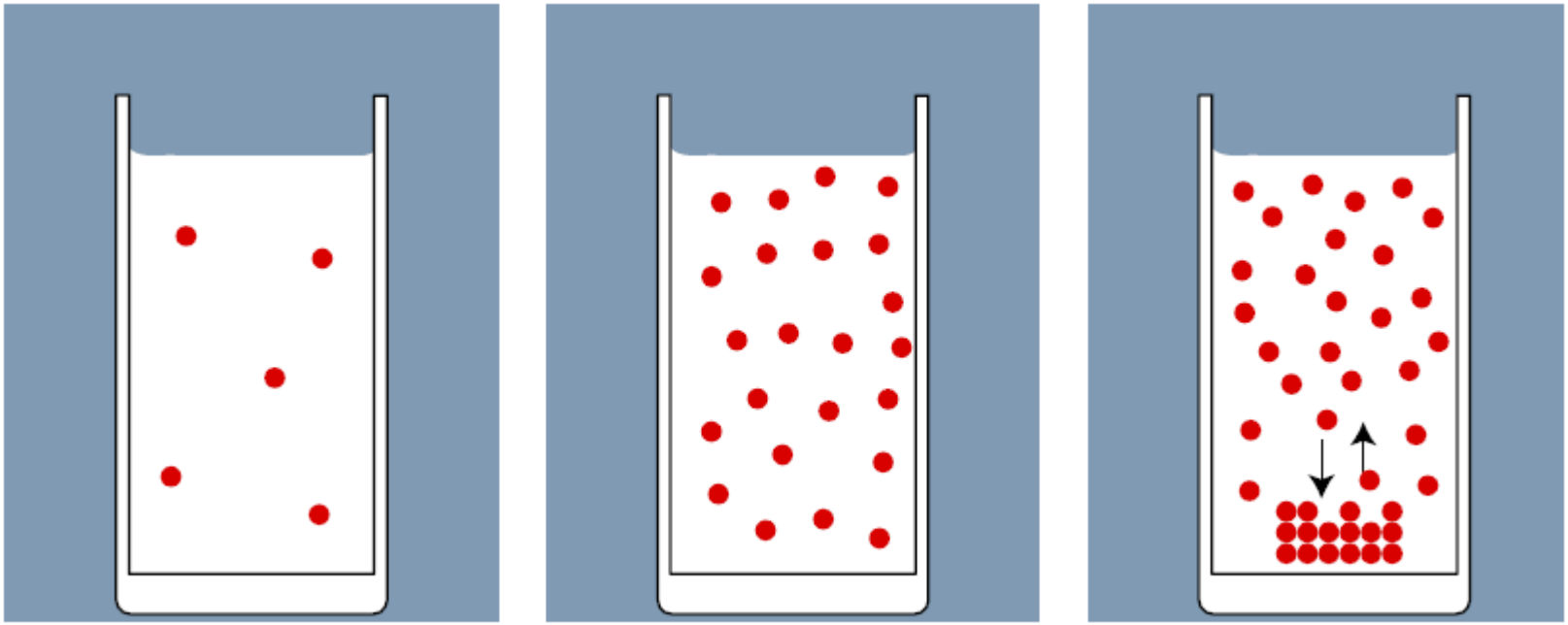
- 불포화용액(Unsaturated Solution)

  >>포화상태에 이르지 않아 용질이 더 녹을 수 있는 용액

- 과포화용액(Supersaturated Solution)

  >>불포화 용액과 반대의미. 포화상태보다 더 많은 용질이 녹아있는 용액

■ 포화용액과 불포화용액 (saturated and unsaturated solutions)



$$\text{용해되지 않은 용질} \underset{\text{속도}_r}{\overset{\text{속도}_f}{\rightleftharpoons}} \text{용해된 용질}$$

■ 용액과 농도(Solution & Concentration)

1. 용액의 농도

1) 몰농도(M) : 용액 1L속에 녹아있는 용질의 몰수.

2) 노르말농도(N) : 용액 1L속에 녹아있는 용질의 g당량 수.

3) 몰랄농도(m) : 용매 1Kg속에 녹아있는 용질의 몰수.

4) 퍼센트용액(%) :

- 중량용량퍼센트(w/v) : 용매 100ml속에 들어있는 용질의 g수.
- 용량퍼센트(v/v) : 용매 100ml속에 들어있는 용질의 ml수.
- 중량퍼센트(w/w) : 용매 100g중에 녹아있는 용질의 g수

5) 오스몰 (Osmol) : 빙점하강 , 빙점상승 , 삼투압에 이용

- 오스몰농도 (Osmolarity , Osm , osmol/L) : 용액 1ℓ에 함유된 용질의 이온화수
- 오스몰랄농도 (Osmolality , osm , osmol/kg) : 용매 1kg에 함유된 용질의 이온화수

Lecture 5. Solutions

■ 단위인자법(Unit Factor Method)

- 측정단위로 표시된 숫자로 계산하는 방법
- 어떤 숫자에 1을 곱하면 동일성을 유지한다는 성질을 이용

예) 2피트는 몇 인치에 해당하는가?

풀) 1피트 = 12인치

1피트/1피트 = 12인치/1피트

1피트/1피트 = 1 = 12인치/1피트

2피트 = X인치

2피트 * 1 = 2피트 = X인치

2피트 * 12인치/1피트 = X인치

X = 24

■ 몰농도(Molar Concentration, Molarity)

- 용액 속에 존재하는 용질의 양을 표현하는 가장 일반적인 농도의 단위
- 물질의 양을 나타내는 SI계 단위

$$\text{몰농도(M)} = \frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용액의 부피(L)}}$$

- 몰질량(Molar mass) = 물질 1mol의 입자수에 해당하는 질량, g/mol
  (Avogardro's number = 6.02 x 10^{23})

ex) Na 1mole에 해당하는 질량은?

$$1\text{몰 Na} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\text{원자 Na}}{1\text{몰 Na}} \times \frac{23\ \text{원자질량단위(amu)}}{1\text{원자 Na}} \times \frac{1.66 \times 10^{-24}\text{g}}{1\ \text{amu}} = 23\ \text{g}$$

- 6M HCl 용액은 HCl 6mol이 용액 1L에 포함된 것을 의미하고,
  용액에 녹아 있는 HCl의 질량은 6mol x 36.5g/mol = 219g

■ 몰농도(Molar Concentration, Molarity)

- 문제: 0.100 M NaCl 용액 1 L를 어떻게 만드는가?

>> 0.100M NaCl 용액 = 용액 1L에 용질 NaCl이 0.100mole 녹아 있다

1mol NaCl의 분자량 = 23.0 + 35.5 = 58.5 g

∴ 0.1 mol NaCl = 5.85 g

>>5.85 g의 NaCl을 저울에서 무게를 재고 비이커에 1L volumetric flask에 넣고 소량의 물에 녹인다. 그 후 1L 눈금까지 물을 채우면 0.1 M NaCl 용액이 된다.

■ 몰농도(Molar Concentration, Molarity)

- 문제: 실험실에서 특정반응을 수행하기 위해 물에 용해된 1M HCl 이 필요하다. 현재 가지고 있는 용액은 2M HCl 뿐이다. 2M HCl 용액을 사용해서 1M HCl 용액 1L를 만들려면 2M HCl 몇 ml를 사용해야 하는가?

>> 2M HCl 용액 = 용액 1L에 용질 HCl이 2mol 녹아 있다

∴ 용액 500ml에는 HCl 1mol 녹아 있다

>> 2M HCl용액 500ml + 물 500ml 섞은 용액에서

용액의 부피 = 1L, 용질의 양 = 1mol HCl

∴ **용액의 몰농도(M) = 1mol HCl/1L = 1M HCl**

■ 퍼센트농도 (Percent concentration)

- 용질의 분자량을 고려하지 않는 방법

1. 질량/질량 퍼센트 (weight/weight percent)

$$\text{질량/질량(W/W)} = \frac{\text{용질 g}}{\text{용액 100 g}} \times 100\%$$

2. 부피/부피 퍼센트 (Volume/Volume percent)

$$\text{부피/부피(V/V)\%} = \frac{\text{용질의 부피}}{\text{용액의 100부피}} \times 100\%$$

3. 질량/부피 퍼센트 (Weight/Volume percent)

$$\text{질량/부피(W/V)\%} = \frac{\text{용질의 g}}{\text{용액의 100 ml}} \times 100\%$$

4. 밀리그램 퍼센트 (Milligram percent)

$$\text{밀리 그램 퍼센트(mg \%)} = \frac{\text{용질 mg}}{\text{용액 100 ml}} \times 100\%$$

■ 퍼센트농도 (Percent concentration)

1. 다음 용액을 어떻게 만들어야 하는가?

(a) 10% (W/W) NaOH 500 g

>>10%(w/w) = 용액 100g에 용질 10g 녹아 있다

∴ **5x10g NaOH/5x100g 용액= 10%(w/w)**

(b) 25 % (V/V) 메탄올 650 ml

>>25%(v/v) = 용액 100ml에 용질 25ml 녹아 있다

∴ **6.5x25ml 메탄올/6.5x100ml 용액 = 25%(v/v)**

2. 165 g의 포도당을 얻기 위해 15% (w/w) 포도당 용액이 얼마나 필요한가?

>>15%(w/w) = 용액 100g에 용질 15g 녹아 있다

∴ **필요한 포도당 165g을 얻기 위해 필요한 용액의 양은**

165g(포도당) x 100g(용액)/15g(포도당) = 1.100g(용액)

■ 당량 (Equivalents, Eq)

- 어떤 반응에서 임의로 그 양이 고정된 다른 물질과 정확히 반응하거나 또는 그 물질과 결합가(價)가 같은 물질의 양을 나타내는 화학용어
- 간단히 반응하는 상대물질 1몰에 대응하여 반응에 참여하는 양
- 이온 화합물의 농도를 설명하는 데 사용 (당량 = 원자량/원자가)
- 1 당량 = 양전하 또는 음전하 1몰

> 1당량 = 전하(+ 혹은 −) 1몰

- Na^+ 이온 1몰 = 1몰의 양전하를 가짐. 1 당량
- Mg^{2+} 이온 1몰 = 2몰의 양전하를 가짐. Mg^{2+} = 2 당량

  ∴ **Mg^{2+} 0.5몰이 1 당량임**

- HCO_3^- 1몰은 1몰의 음전하를 가짐. 1 당량

■ 그램당량 (Gram equivalent weight)

- 1 당량에 포함된 물질의 g 질량

$$\text{그램당량} = \frac{\text{물질의 } g}{1\,\text{Eq}}$$

- Na+의 그램당량 = 23 g (1몰 Na+ = 1 Eq)
- Mg^{2+} 의 그램당량 = 24 g/2 당량 = 12 g (0.5 몰 Mg^{2+} = 1 Eq)

■ 밀리당량(Milliequivalent)

- 혈액 내 이온농도는 낮기 때문에 임상적으로 보고할 때 이온의 농도를 밀리당량(Milliequivalent)으로 표시한다
- 1000mEq = 1Eq

■ 그램당량 (Gram equivalent weight)

1. 원자 및 이온의 그램당량 = 원자량/원자가

>>Ca^{2+} 의 그램당량 = 40/2 = 20

>>Mg^{2+} 의 그램당량 = 24/2 = 12

2. 산의 그램당량 = 분자량/수소이온 (H^+)의 수

>>HCl의 그램당량 = 36.5/1 = 36.5 ($HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$)

>>H_2SO_4의 그램당량 = 98/2 = 49 ($H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$)

3. 염기의 그램당량 = 분자량/히드록시 이온 (OH^-)의 수

>>NaOH의 그램당량 = 40/1 = 40 ($NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$)

>>$Ca(OH)_2$의 그램당량 = 74/2 = 37 ($Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$)

■ 그램당량 (Gram equivalent weight)

- Ca^{2+} 이온의 그램당량은 얼마인가? (Ca^{2+} 1몰은 2 당량임)

  >>40 g/2 Eq = 20 g/Eq

- 0.1% (W/V) Ca^{2+} 용액의 100 ml에는 몇 밀리당량의 Ca^{2+} 이온이 존재하는가?

  >>0.1%(w/v) = 용액 100ml에 용질 Ca^{2+} 0.1 g 녹아 있다

  >>0.1 g Ca^{2+} 은 몇 당량인가?

  1 Eq Ca^{2+} = 20 g, 0.1 g Ca^{2+} x 1 Eq/20g = 0.005 Eq Ca^{2+}

  >>1000mEq = 1Eq

  ∴ **0.005Eq x 1000mEq/1Eq = 5mEq Ca^{2+}**

■ 그램당량 (Gram equivalent weight)

- 1 L의 체액 중 HPO_4^{2-} 의 정상농도는 140 mEq 이다. 1 L의 체액에는 몇 g의 HPO_4^{2-} 가 존재하는가?

mEq → Eq → g 으로 전환

>> 140 mEq 는 몇 Eq 인가? 0.14 Eq

>> HPO_4^{2-} 1 Eq 는 몇 g 인가? 96g/2Eq = 48 g/Eq

>> 0.14 Eq x 48 g/Eq = 6.72 g

■ 검체 및 용액의 희석법 (Dilution Methods)

- 농축(Concentrated)

  >> 용매를 제거해 용질의 농도를 높이는 것

- 희석(Dilution)

  >> 용매를 더해 용질의 농도를 낮추는 것

- 계열희석법 (Serial dilution)

  >> 동일 시료를 필요한 희석단계의 수만큼 시험관을 준비하여 같은 량의 희석액을 넣고, 시료를 첫 시험관에 가하여 연속적으로 희석하는 방법

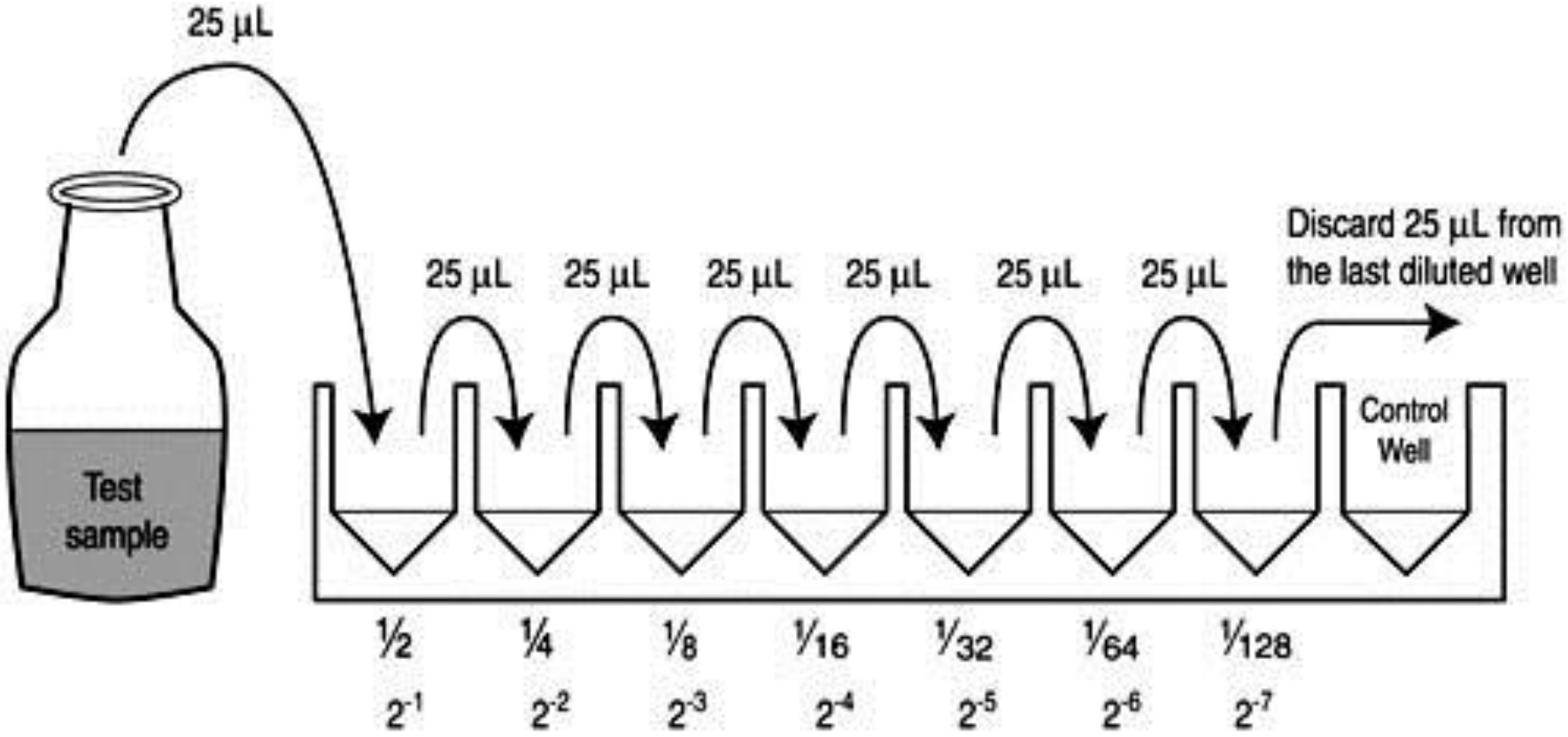
- 고도희석법

  >> 원시료에 대한 최종액량의 비로 표시하여, 희석율은 최종액량에 대한 원시료의 체적의 비로 나타낸다.

$$\text{희석률계산법} = \frac{\text{최종액량}}{\text{원액량}}$$

■ 검체 및 용액의 희석법 (Dilution Methods)

- 계열희석법 (Serial dilution)



■ 검체 및 용액의 희석법 (Dilution Methods)

- 고도희석법

예1) 0.2mL의 혈청에 9.8mL의 증류수를 가했다면 희석률은 얼마인가?

>> 희석률계산법 = (최종액량)/(원액량)

= (0.2 + 9.8mL)/(0.2mL)

= 50

∴ **혈청은 50배 희석되었다**

예2) 1:5로 희석된 혈청 시료 중에 포도당의 농도는 120mg/dL였다.

혈청 중 포도당의 값은 얼마인가?

>> 120mg/dL x 5 = 600mg/dL

■ 검체 및 용액의 희석법 (Dilution Methods)

예1) 보존 표준액 (10mg/mL)을 희석하여 사용 표준액(0.2mg/mL) 100mL 을 만들려고 한다. 필요한 보존 표준액의 양은?

>> 10mg/mL -> 0.2mg/mL = 50배 희석

>> 50 = 최종액량/원액량

= 100mL/x ∴ **x = 2mL**

예2) 95% alcohol 용액을 희석해서 70% alcohol용액 1000mL을 만들려고 한다. 필요한 95% alcohol 용액의 양은?

>> NV = N′V′

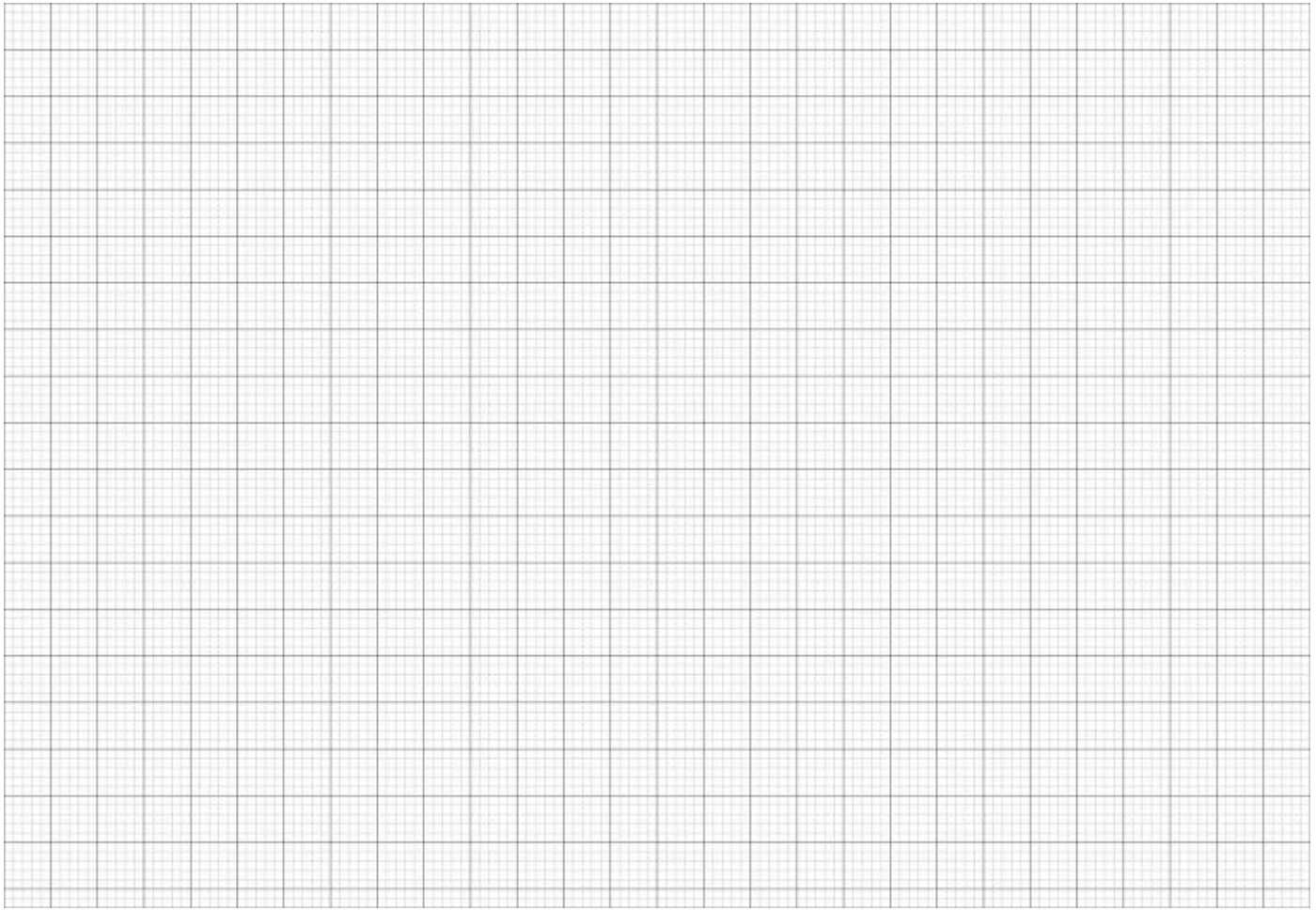
>> 95% x V = 70% x 1000mL

>> ∴ **V = 736.8mL**

Lecture 5. Solutions

■ 검량선 작성법 (Calibration Curve)

- 모눈종이의 X축(구축)에는 표준용액의 농도를, Y축(종축)에는 흡광도를 취해서 각 농도에 따른 흡광도를 plot하고 각 점을 직선으로 연결한다



■ 검량곡선 작성법 (Calibration Curve)

No.	사용표준액 (mL)	증류수 (mL)	해당농도 (mg/dL)	흡광도 (O.D)
1	0.00	1.00		0.00
2	0.25	0.75		
3	0.5	0.50		
4	0.75	0.25		
5	1.00	0.00	200	1.00