실험 시험
문제 A

두 유리판 사이의 모세관 상승

1. 문제 제시.

공기와 접한 액체는 얇은 탄성막과 비슷한 성질의 경계면을 만든다. 이 현상은 단위 길이당 접선 방향 표면 힘인 **표면 장력**으로 특징지어진다. 이를 통해 일부 곤충이 물 위를 걷는 이유나 옷이 순수한 물보다 비눗물에서 빨리 젖는 이유를 설명할 수 있다. 이 실험의 목표는 **액체의 표면 장력을 구하는 것이다.**

2. 이론적 배경.

그림 1처럼 두 유리판이 작은 간격(작은 각)의 수직 쐐기를 이루면 **모세관 현상**으로 액체가 올라간다. 상승 높이는 무게와 표면 장력에 의한 연직 힘의 평형으로 결정된다.

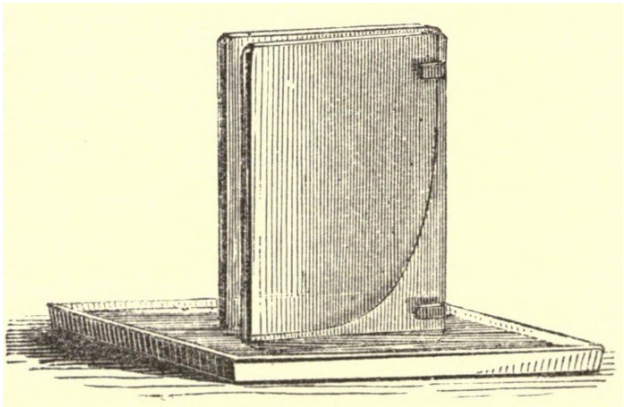


그림 1 – Benjamin Silliman의 1860년 일반물리 교재 Principles of physics: or, Natural philosophy; designed for the use of colleges and schools의 그림.

그림 2처럼 높이 y, 폭 Δx인 작은 액체 기둥을 생각하면 연직 힘 F는 $F=\gamma\Delta x$이다. γ는 표면 장력이다. 이 힘과 액체의 무게를 같게 놓으면 높이 y와 쐐기 꼭짓점까지 거리 x 사이의 다음 관계를 얻는다(그림 3):

$$y=\left(\frac{2\gamma L}{\rho a g}\right)\frac{1}{x}$$

여기서 $\rho=1{,}00\times10^{3}$ kg/m^3 는 액체의 밀도, $g=9{,}8$ m/s^2 는 중력 가속도이며, a는 $x=L$에서 두 판 사이의 간격이다.

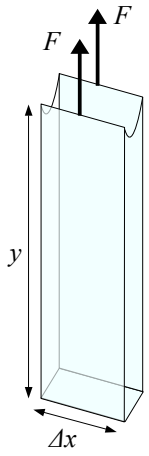


그림 2 – 액체 기둥

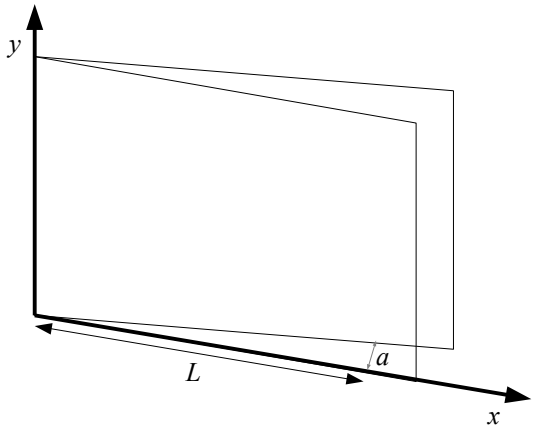


그림 3 – 유리판이 이루는 쐐기.

3. 실험 기구:

- 유리판 2개.
- 두께 $a = (1{,}20 \pm 0{,}05)$ mm인 금속 간격재 1개.
- 종이 클립 4개.
- 격자 투명 필름(아세테이트) 1장. 격자는 1 mm 간격이다.
- 마커 펜 1개.
- 쟁반.
- 소량의 색을 넣은 액체.
- 모눈종이.
- 자.

4. 실험 과정.

금속 간격재를 두 유리판 사이의 오른쪽 수직 가장자리에 넣어 그림 1처럼 쐐기를 만들어라. 아래쪽과 왼쪽 가장자리를 **정확히** 맞추고 유리판과 투명 필름을 클립으로 고정하여 x, y를 측정할 수 있게 하여라.

장치가 쟁반 위에 수직으로 안정되게 서도록 클립을 배치하여라.

쟁반에 액체를 조금 붓고 장치를 놓아 액체가 두 판 사이로 올라가게 하여라.

약 5분 기다리면 액체 높이가 그림 1과 같은 곡선을 이룬다. 불규칙하면 잠깐씩 부드럽게 유리판을 눌러라. 명확한 곡선이 생기면 $x = 3$ cm부터 액체 높이를 재고 필름에 표시하여라.

5. 주의 사항

- 유리판을 매우 조심스럽게 다루어라.
- 유리판 안쪽 면을 만지지 마라. 오염이 액체 상승에 영향을 줄 수 있다.

- 다른 참가자의 실험을 방해하지 않도록 책상을 움직이지 마라.

6. 시험 종료 시 제출물:

1) 측정 표와 격자 투명 필름(종이 수건으로 조심스럽게 말릴 것). (3점)

2) 데이터 분석과 그래프. (3점)

3) 표면 장력과 그 불확도. (4점)

마지막 안내: 기구를 처음 받은 상태로 정리하여라.

실험 시험: 문제 B

회색 상자 RxCx

1. 문제 제시.
닫힌 상자 안에 축전기와 저항기가 있다. 이들이 직렬인지 병렬인지 밝히고 전기 용량 C_x와 저항 R_x를 구하여라.

2. 실험 기구:
- 빨강·검정 전선이 나온 밀폐된 회색 상자.
- 1,5 V AA 전지 4개가 든 홀더.
- 내부 저항 1,00 $M\,\Omega$인 멀티미터(전압계로만 사용).
- 디지털 초시계.
- 악어클립 전선 두 개(빨강, 검정).
- 저항기: 100 $k\,\Omega$(갈색–검정–노랑–금색), 220 $k\,\Omega$(빨강–빨강–노랑–금색), 470 $k\,\Omega$(노랑–보라–노랑–금색).
- 모눈종이.

3. 실험 과정

제공된 저항기로 회로를 구성하여 축전기 방전의 특성 시간(시간 상수)을 구하여라. *제안:*

- RC 회로의 전압은 $V(t)=V_0 e^{-t/\tau}$와 같이 지수적으로 감소하며 $\tau=RC$이다.
- 실험 물리에서 두 변수의 함수 관계를 구할 때는 보통 변수를 여러 번 측정하는 방법을 사용한다.

4. 주의 사항
- 축전기는 전원에 몇 초만 연결해도 충전된다. *빨강 전선은 빨강 단자에, 검정 전선은 검정 단자에 항상 연결하여라.*
- 멀티미터는 *전압계로만 사용하여라.* 다른 측정은 기기를 손상시킬 수 있으며 채점하지 않는다.

5. 시험 종료 시

1) 직렬인지 병렬인지 밝히고 사용한 회로도와 함께 근거를 제시하여라. (4점)

2) 측정 표와 해당 그래프를 제시하여라. (3점)
3) R_x와 C_x를 구하여라. 불확도 분석은 요구하지 않는다. (3점)

마지막 안내: 기구를 처음 받은 상태로 정리하여라.