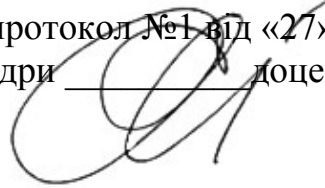


«Затверджено»
на засіданні кафедри
медичної інформатики,
медичної і біологічної фізики
«27» серпня 2020 р.
протокол №1 від «27» серпня 2020 р.
Зав. кафедри _____ доцент Сілкова О.В.



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ДО ПРАКТИЧНОГО (СЕМІНАРСЬКОГО) ЗАНЯТТЯ

| | |
|----------------------|--|
| Навчальна дисципліна | Медична і біологічна фізика |
| Модуль №1 | Основи вищої математики та біологічної фізики |
| Змістовний модуль | Основи біомеханіки, біоакустики, біореології та гемодинаміки |
| Тема заняття | Поверхневі явища. Визначення КПН. Газова емболія. |
| Курс | I, II |
| Факультет | Медичний №1, 2, стоматологічний |

1. Актуальність теми:

Капілярні явища мають велике значення для пояснення роботи крапельниці, механізму виникнення газової, жирової та тромбоемболії, для процесів, що протікають в організмі на клітинному та молекулярному рівнях, на межі розділу двох середовищ. Тест на визначення коефіцієнту поверхневого натягу є доречним при діагностиці захворювань, так як числове значення коефіцієнту поверхневого натягу сечі, грудного молока, плазми крові змінюється при умові наявності патології.

2. Конкретні цілі:

- ознайомитись з різними методами визначення коефіцієнту поверхневого натягу;
- ознайомитись з принципом роботи крапельниці;
- знати означення коефіцієнту поверхневого натягу. Одиниці вимірювання;
- вміти визначати коефіцієнт поверхневого натягу методом відривання крапель;
- вміти правильно визначати меніск в капілярі;
- вміти користуватися бюреткою;
- вміти вивести розрахункову формулу для визначення коефіцієнту поверхневого натягу методом відривання крапель;
- оформити протокол дослідження і записати висновки.

3. Базові знання, вміння, навички, необхідні для вивчення теми (міждисциплінарна інтеграція)

| Назви попередніх дисциплін | Отримані навички |
|-----------------------------|---|
| Біологія Фізика Хімія | Поняття коефіцієнту поверхневого натягу. Капілярні явища. Визначати коефіцієнт поверхневого натягу методом відривання крапель. Вміти користуватися бюреткою. |

4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

4.1. Перелік основних термінів, параметрів, характеристик, які повинен засвоїти студент при підготовці до заняття.

| Термін | Визначення |
|---|--|
| 1. Коефіцієнт поверхневого натягу. | $F = \sigma l, \sigma = \frac{F}{l}$ |
| 2. Явище змочування і не змочування. Капілярні явища. | Характеризуються кутом змочування, який утворюється між дотичною до поверхні рідини і поверхнею твердого тіла. Відлік кута виконують у бік рідини. |
| 3. Методи визначення коефіцієнта поверхневого натягу | Сила поверхневого натягу дорівнює силі ваги краплі. |
| 4. Теоретичне обґрунтування методу відривання крапель. | Зумовлений додатковим тиском під кривизною вільної поверхні рідини |
| 5. Механізм виникнення газової емболії, жировий, тромбоемболії. | $\Delta p = \sigma \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$ при $r_1 = r_2 = r, \Delta p = \frac{2\sigma}{r}$ |

4.2. Теоретичні питання до заняття

1. Що називається коефіцієнт поверхневого натягу? Які одиниці вимірювання?
2. Явище змочування і не змочування. Капілярні явища.
3. Які існують методи визначення коефіцієнта поверхневого натягу?
4. Теоретичне обґрунтування методу відривання крапель.
5. Пояснити механізм виникнення газової, жировий та тромбоемболії.

4.3. Практичні роботи (завдання), які виконуються на занятті:

Послідовність виконань :

1. Промити бюретку водою;
2. Кінець капіляру промокнути фільтрувальним папером;
3. Залити еталонну рідину (воду) і відмітити меніск так, щоб він знаходився навпроти поділок;
4. Дати можливість рідині вільно капати;
5. Підрахувати кількість крапель води в 1 см^3 ;
6. Дослід провести 3 разів;
7. Залити досліджувану рідину (етиловий спирт), по меніску зробити відмітку;
8. Визначити кількість крапель етилового спирту в 1 см^3 ;
9. Дослід провести 3 рази;
10. Дані записати в таблицю;
11. Визначити температуру води й спирту, а з таблиць взяти необхідні дані: густину води й етилового спирту вказаної концентрації, коефіцієнт поверхневого натягу води;
12. Підрахувати коефіцієнт поверхневого натягу досліджуваної рідини та занести результати до таблиці:

| № з/п | Кількість крапель | | | Щільність, кг/м^3 | | | Коефіцієнт поверхневого натягу, Н/м | | |
|-------|-------------------|--------------------|----------------|----------------------------|--------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------|--|
| | вода, ρ_1 | алкогольний розчин | | вода, ρ_1 | алкогольний розчин | | вода, σ_1 | алкогольний розчин | |
| | | ρ_2 (60%) | ρ_3 (80%) | | σ_2 (60%) | σ_3 (80%) | | | |
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| Сер. | | | | | | | | | |

Зміст теми:

У результаті взаємодії молекул рідини, розташованих на поверхні, між собою та з молекулами, розміщеними поруч, нижче виникає сила поверхневого натягу. Ця сила зближує молекули і створює поверхневий шар. Величина поверхневого натягу F , що діє на одиницю довжини контуру l , називається *коефіцієнтом поверхневого натягу* (σ) даної рідини.

$$\sigma = \frac{F}{l}$$

Коефіцієнт поверхневого натягу залежить від роду рідини, температури, тиску, впливають на його числове значення домішки. Коефіцієнт поверхневого натягу можна визначити різними методами: методом відривання крапель, методом відривання кільця з використанням терезів, методом вимірювання максимального тиску в бульбашці повітря (метод Ребіндера) та по висоті підняття рідини в капілярі.

У медичній практиці частіше використовують *метод відривання крапель*. Теоретичне обґрунтування даного методу полягає в наступному. Утворення крапель рідини при її витіканні з малих отворів є результатом взаємодії сили натягу й сили тяжіння. Крапля відривається тоді, коли вага її стає рівною опору розриву поверхневої плівки, що підтримує краплю. Перед відривом краплі в кінці капіляра утворюється перетяжка, по якій потім і відривається крапля.

Сила поверхневого натягу на всьому контурі рівна:

$$F = \sigma \cdot l = 2\pi \cdot r \sigma.$$

Перед самим відривом ця сила врівноважується силою ваги краплі:

$$F = P, P = mg, 2\pi r \sigma = mg, \text{ тоді } \sigma = \frac{mg}{2\pi r}.$$

Метод, що дозволяє уникнути вимірювання радіусу капіляра та маси краплі, полягає в порівнянні коефіцієнта поверхневого натягу відомої рідини й досліджуваної. Такою рідиною береться вода, коефіцієнт поверхневого натягу для різних температур дається в таблицях. Тоді можна записати два рівняння:

$$\text{для досліджуваної рідини} - 2\pi\sigma_1 r = P_1$$

$$\text{для води} - 2\pi\sigma_2 r = P_2,$$

де P_1, P_2 – вага крапель, а радіуси перетяжок крапель рідини однакові, якщо поділити одне рівняння на друге одержимо:

$$\frac{2\pi\sigma_1 r}{2\pi\sigma_2 r} = \frac{P_1}{P_2} \text{ або } \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{P_1}{P_2}.$$

Зайти відношення $\frac{P_1}{P_2}$ можна шляхом зважування крапель, але це потребує

затрати часу. Тому зважування замінимо підрахунком кількості крапель досліджуваної рідини та води в однакових об'ємах (наприклад, у 1–2 см³). Нехай n_1 – кількість крапель досліджуваної рідини, а n_2 – кількість крапель води, взятих у тому ж об'ємі.

Густина досліджуваної рідини й води дається в таблицях для різних температур. Тоді вага однієї краплі для досліджуваної рідини:

$$P_1 = m_1 g = \frac{V}{n_1} \rho_1 g,$$

для води:

$$P_2 = m_2 g = \frac{V}{n_2} \rho_2 g,$$

де m_1, m_2 – маси крапель; $\frac{V}{n_1}, \frac{V}{n_2}$ – об'єм однієї краплі, ρ_1, ρ_2 – густина води та досліджуваної рідини, g – прискорення вільного падіння. Формула набирає такого вигляду:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{m_1 g}{m_2 g} = \frac{V \rho_1 g n_2}{V \rho_2 g n_1} = \frac{\rho_1 n_2}{\rho_2 n_1},$$

$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{\rho_1 n_2}{\rho_2 n_1}$ – із формули видно, що всі величини відомі, їх можна визначити по таблицях.

Матеріали для самоконтролю

A. Завдання для самоконтролю (Тести) для самоконтролю.

1. Які є методи визначення коефіцієнта поверхневого натягу?
 - A. метод відривання крапель;
 - B. метод Стокса;
 - C. метод Ребіндера;
 - D. метод капілярної віскозиметрії.
2. Від чого залежить коефіцієнт поверхневого натягу?
 - A. від роду рідини;
 - B. від температури;
 - C. від тиску;
 - D. від форми поверхні
3. В яких одиницях вимірюється коефіцієнт поверхневого натягу?
 - A. Н \ м²
 - B. Н \ м
 - C. Н • м
 - D. Н • м²
4. Сила поверхневого натягу на всьому контурі поверхні рівна:
 - A. F=σ•l;
 - B. F=σ/l;
 - C. F=S/l;
 - D. F=2πrσ;
 - E. F=2πσ.
5. Який спосіб, із перелічених, є найбільш простим для визначення коефіцієнта поверхневого натягу і найбільш часто використовується в медицині?
 - A. метод Стокса;
 - B. метод Ребіндера;
 - C. метод відриву крапель;
 - D. метод піднімання рідини в капілярі;
 - E. метод відриву кільця з використанням терезів.
6. Як залежить коефіцієнт поверхневого натягу від температури?
 - A. зменшується із збільшенням температури;
 - B. збільшується із збільшенням температури;
 - C. не залежить від температури;
 - D. збільшується із зменшенням температури;
 - E. зменшується із зменшенням температури.
7. Для усунення закупорки кровоносної судини потрібно:
 - A. зменшити радіус меніска;
 - B. зменшити коефіцієнт поверхневого натягу;
 - C. збільшити коефіцієнт поверхневого натягу;
 - D. збільшити в'язкість крові;

Е. зменшити густину крові.

8. Інтенсивність змочування характеризують:

А. поверхневим натягом речовини;

В. швидкістю зміни агрегатного стану речовини;

С. кутом змочування;

Д. відношенням густин рідини та твердого тіла що взаємодіють між собою;

Е. відношенням вязкості рідини та твердого тіла що взаємодіють між собою;

Б. Задачі для самоконтролю

1. Сто крапель рідини, що витікають із трубки діаметром $d = 2$ мм, мають масу $m = 5,1$ г. Визначити поверхневий натяг цієї рідини.
2. Визначити масу води, що піднялася в капілярі стебла рослини діаметром $d = 0,4$ мм, під дією капілярних сил. Змочування вважати повним.
3. У посудину з ртуттю опущений відкритий капіляр, внутрішній діаметр якого $d = 3$ мм. Різниця рівнів у посудині і капілярі $\Delta h = 3,7$ мм. Знайти радіус кривизни R меніска в капілярі.
4. Етиловий спирт по краплях витікає із посудини через вертикальну трубку діаметром $d = 2$ мм. Краплі відриваються через час $\Delta t = 1$ с одна після іншої. За який час витече 10г спирту? Діаметр шийки краплі у момент відриву вважати внутрішньому діаметру трубки.
5. Який діаметр має перетяжка при відриві краплі дистильованої води масою $m = 50$ мг?

Література:

Основна література:

1. Медична і біологічна фізика/ За ред. О. В. Чалого, 2-ге видання.- К.: Книга-плюс, 2005.
2. Медична і біологічна фізика / За ред. О. В. Чалого. Т. 1 – К.: Віпол,1999; Т. 2- К.: Віпол, 2001.
3. Медична і біологічна фізика (практикум) за ред. О. В. Чалого. - К.: Книга-плюс, 2003.
4. Свердан П. Л. Вища математика: Аналіз інформації у математиці та медицині. - Львів: Світ, 1998.
5. Чалий О. В., Стучинська Н. В., Меленевська А. В. Вища математика. - К.: Техніка, 2001.
6. Костюк П. Г., Зима В. Л., Магура І. С., Мірошніченко М. С., Шуба М.Ф. Біофізика. – К.: Обереги, 2001.
7. Тиманюк В. А., Животова Е. Н. Биофизика. – Харьков, Изд-во НФАУ, 2003.
8. Русяев В. Ф., Мищенко С. В., Пронина Н. В. Медицинская физика (сборник вопросов и задач). – Полтава, АСМИ 2001.
9. Іщейкіна Ю.О., Макаренко В.І., Тронь Н.В. Медична і біологічна фізика [Навчальний посібник] – Полтава: Шевченко Р.В., 2012. – 352 с., іл.

Додаткова література:

1. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: Высш. шк., 1992.
2. Антонов В. Ф. и др. Биофизика. – М.: Владос, 2000.
3. Эссаулова И. Л., Блохина М. Е., Гонцов Л. Д. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. – М: Высш. шк., 1987.

4. Ремизов А. Н., Исакова Н. Х., Максина Л. Г. Сборник задач по медицинской и биологической физике. – М: Высш. шк., 1978.
5. Владимиров Ю. А., Роцупкин Д. И., Потапенко А. Я., Деев А. И. Биофизика. - М.: Медицина, 1983.
6. Рубин А. Б. Биофизика. – М.: Высш. шк., 1987.
7. Волькенштейн М. В. Биофизика. – Высш. шк., 1987.
8. Самойлов О. В. Медицинская биофизика. – Л.: Изд-во ВМА, 1986.
9. Губанов Н. И., Утенбергов А. А. Медицинская биофизика. – М.: Медицина, 1981.
10. Лабораторный и лекционный эксперимент по медицинской и биологической физике / Под ред. Кройтора Д. С., Ремизова А. Н., Самойлова В. О. – Кишинев: Лумина, 1983.
11. Агапов Б. Т., Максютин Г. В., Островерхов П. И. Лабораторный практикум по физике. – М.: Высш. шк., 1982.
12. Хакен Г. Синергетика. – М.: Мир, 1980.
13. Чернавский Д. С. Синергетика и информатика. – М.: УРСС, 2004.
14. Чалый А. В., Цехмистер Я. В. Флуктуационные модели процессов самоорганизации. К.: Випол, Випол, 19994.
15. Чалый А. В. Неравновесные процессы в физике биологии. – К.: Наук. думка, 1997.
16. Чалый О. В. Синергетичні принципи освіти та науки. – К.: Вiпол, 2000.