Тема: "ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ МЕТОДАМИ МЕДИЦИНСКОГО ВИСКОЗИМЕТРА И СТОКСА"

I. Актуальность*темы:* Вязкость крови человека в норме 0,4-0,5 , при патологии колеблется от 0,17 до 2,29 , что сказывается в реакции оседания эритроцитов(РОЭ). Венозная кровь обладает несколько большей вязкостью, чем артериальная. При тяжелой физической работе увеличивается вязкость крови. Некоторые инфекционные заболевания увеличивают вязкость, другие же, например, брюшной тиф и туберкулез - уменьшают. Определение вязкости крови во взаимосвязи с рядом других анализов крови имеет большое значение для оценки состояния больного и для постановки правильного диагноза по ряду болезней.

II.*Це**ль* *занятия:* Уметь производить измерения вязкости крови вискозиметром ВК-4 и методом Стокса. Студент должен знать природу вязкости жидкостей, смысл коэффициента вязкости, физическую основу измерений коэффициента вязкости.

III.Ориентировочное время для самоподготовки – 90 минут.

IV.Место проведения самоподготовки: кабинет кафедры. Опрос и выполнение работы - 90 минут.

V.Оснащение: Вискозиметр ВК-4 с принадлежностями для определения коэффициента вязкости крови, стеклянный цилиндр с глицерином, шарик, секундомер, микрометр.

VI.Исходные базисные знания и умения:

1. Изучить теорию по учебной литературе.

2. Проработать вопросы:

1) Что такое сила внутреннего трения?

2) Уравнение Ньютона для течения вязкой жидкости.

3) Зависимость вязкости жидкости от температуры.

1. Что такое ньютоновская и неньютоновская жидкости?
2. Вывести формулу для определения вязкости по методу Стокса.

6) Какие условия должны выполняться при измерении вязкости методом Стокса?

7) Записать формулу Пуазейля.

8) Опишите устройство и принципы работы медицинского вискозиметра.

9) Выведите расчетную формулу для определения вязкости жидкости с помощью медицинского вискозиметра.

VII. Задания для самопроверки и самоконтроля исходных базисных знаний и умений: Задачи 2.114, 2.115, 2.117, 2.118, 2.119.

VIII. После проверки базисных знаний переходите к изучению следующих материалов.

Основная литература:

1. Н.М.Ливенцев "Курс физики", 1978г., ч.1, § 7.

2. А.Н.Ремизов "Медицинская и биологическая физика", 1987г., с. 169-180.

3. М.А.Эссаулова и др. "Руководство к лабораторным работам". с. 94 - 98.

4. А.Н.Ремизов "Сборник задач по медицинской и биологической физике ", 1987 г., с, 83-85.

Дополнительная литература:

1.0.А.Владимиров, Д.М.Ращупкин и др. "Биофизика".

Медицинский вискозиметр ВК.

1. Изучить устройство и принцип работы прибора ВК-4. Вискозиметр ВК-4 представляет собой капиллярный вискозиметр, предназначенный для измерения коэффициента вязкости и рассчитанный на большое количество жидкости.

Рис.1

Вискозиметр ВК-4 состоит из двух градуированных капилляров ***a1b1*** и ***a2b2*** соединенных с трубками 1 и *2* (рис 1). В капилляр а в набирают дистиллированную воду, которая служит эталонной жидкостью. Кран 4 закрывается, что позволяет набрать исследуемую жидкость во второй капилляр, не, изменяя уровень набранной воды. Оба капилляра соединены тройниками с краном 4, от которого идет резиновая трубка с наконечником 3.

Причиной того, что для протекания жидкости или газа через трубку требуется некоторая разность давления, является внутреннее трение. Зависимость между объемом жидкости или газа V , протекающего за время t через трубку длиной l, и необходимой для этого разностью давлений выражается формулой Пуазейля:

V = Qt

Где Q - объем жидкости, протекающей через сечение трубки в 1 с,

V - объем жидкости, протекающей через сечение трубки за t с,

R - радиус трубки,



* - градиент давления,

- коэффициент вязкости жидкости или газа.

Принцип действия вискозиметра ВК-4 основан на том, что скорость продвижения разных жидкостей в капиллярах с одинаковым сечением при разных температурах и давлениях зависит от вязкости этих жидкостей.

Если в наконечнике 3 вискозиметра ВК-4 создать разряжение, то при равных температурах за равные промежутки времени через капилляры равного сечения под действием одинаковой разности давлений жидкости с равными объемами, пройдут пути, обратно пропорциональные их вязкости.

\_

Этот вывод получают на основании формулы Пуазейля.

Где *V* - объем исследуемой жидкости, протекающей за время t.

 - объем дистиллированной воды, протекающей за то же время.

Левые части равны значит равны и правые. После сокращения имеем:

Отношение коэффициента вязкости исследуемой жидкости к коэффициенту вязкости воды называется относительным коэффициентом вязкости:

Если длину столба исследуемой жидкости принять l=1, то относитель­ный коэффициент вязкости численно равняется длине столба воды в капилляре. Зная значение , можно определить коэффициент вязкости исследуемой жидкости:

1. Определить коэффициент вязкости крови. Для этого: а) поло­жите вискозиметр на стол (горизонтально); б) в капилляры вискозиметра набирается до отметки “нуль” в один – вода, а в другой – заменитель крови. Для того чтобы набрать жидкость в капилляр вискозиметра нужно: открыть кран (создать разряжение с помощью груши или ртом), осторожно всасывать дистиллированную воду. Для этого набираемая жидкость к капилляру подносится в изогнутой стеклянной трубке; в) затем с помощью другой изогнутой трубки в капилляр *2* набрать исследуемую жидкость до "нуля"; г) открыть кран 4 и энергично, но осторожно создать разряжение в обоих капиллярах, когда исследуемая жидкость дойдет до метки "один", прекратить втягивание. За это же время вода пройдет больший путь. Посмотреть до какой метки дошла вода и записать относительный коэффициент вязкости, который равен:

Так как в опыте берем l=1, относительная вязкость исследуемой жидкости численно равна пути, пройденному водой.

Результаты измерений занести в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п. |  |  |  |  |  |
| 1.  2.  3. |  |  |  |  |  |

Окончательный результат записать в виде:

 4.Изучить метод Стокса

При движении тела в вязкой среде возникает сопротивление.

Происхождение этого сопротивления двояко. При небольших скоростях, когда за телом нет вихрей, сила сопротивления обусловлена вязкостью жидкости. Между слоями возникает сила трения. Согласно закону Стокса сила сопротивления равна: F = 6rv ,

где r - радиус шарика,

V - скорость его движения,

 - коэффициент вязкости.

Второй механизм сил сопротивления связан с образованием вихрей. Часть работы, совершаемой при движении тела в жидкости, идет на образование вихрей, энергия которых переходит в тепло. Метод Стокса позволяет определить . При движении в жидкости на тело действуют три силы:

1. Вес шарика ,

где p - плотность шарика.

 2.Выталкивающая сила ,

где плотность жидкости,

 - ускорение свободного падения.

3. Сила сопротивления F =6rv.

Первая и вторая силы (вес и выталкивающая) постоянны по величине, третья пропорциональна скорости. При движении шарика в жидкости наступает момент, когда все три силы уравниваются, и шарик начинает двигаться равномерно (!).

Условие равномерного движения шарика:

Сделав преобразования, вычисляем ** по следующей формуле:

Скорость двоения шарика находится:

где l - путь равномерного шарика,

t - время движения.

Метод Стокса используется в медицине: по реакции оседания эритроцитов (РОЭ) в плазме крови судят о вяз­кости плазмы: чем вязкость плазмы больше, тем величина столба осев­ших за определенное время эритроцитов меньше. Для определения коэф­фициента берут высокий цилиндр с исследуемой жидкостью, на цилиндре имеется кольцевая заметка вверху.

Эта заметка соответствует той высоте, где силы действующие на шарик уравновешивают друг друга. Кроме того на расстоянии l от верхней метки имеется такая же метка внизу (для удобства отсчета конца падения шарика). Бросаем шарик в цилиндр, отмечаем по се­кундомеру время t прохождения им пути l , откуда определяем скорость падения . Диаметр шарика определяем при помощи микрометра.

1. Определить коэффициент вязкости глицерина методом

Стокса. Для этого измерить микрометром диаметр шарика и опустить его в жидкость, при этом измерить время падения шарика между метками на цилиндре секундомером. Зная расстояние между метками и время прохождения шариком вычислить скорость падения шарика:



Результаты измерений занести в таблицу 2., вычислить коэффициент вязкости жидкости (глицерина) по формуле:

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | r  (м) | t  (с) | l  (м) | Ско-  рость  v(м/с) |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.  2.  3.  4.  5. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Опыт повторить 5 раз.

6. Провести обработку результатов измерений.

1. Для самоконтроля усвоения материала решить следующую задачу: определить скорость оседания эритроцитов в плазме крови (в мм/сек) исходя из предположения, что они имеют форму шариков диаметром 7мкм и не склеиваются между собой.
2. Задания по УИР по теме:
3. Написание рефератов на тему:

а) Какие патологические нарушения приводят к изменению вязкости крови?

б) Природа вязкости ньютоновских жидкостей.

в) Методы измерения вязкости крови.

1. Тесты для контроля исходного уровня освоения темы.
2. Тест 1. Физический смысл коэффициента вязкости жидкости?

а) сила трения, отнесенная к единице площади слоя;

б) межмолекулярное взаимодействие;

в) передача импульса движения соседнему слою;

г) деформация молекул;

д) градиент скорости.

Тест 2. Метод Стокса - измерение вязкости крови имеет недостатки?

а) плохая точность измерения;

б) сложность измерения и расчета;

в) большой объем крови;

г) зависимость вязкости от температуры;

д) применим для ньютоновских жидкостей (кровь неньюто­новская жидкость).

Тест 3. Формула Пуазейля для трубы переменного сечения.

a)

b) V = Q t

c)

d)

e)

Тест 4. Какие условия должны выполняться при измерении вязкости методом Гесса?

а) диаметры капилляров равны, скорости и время прохождения жидкостей по капиллярам равны;

б) длины капилляров и время продвижения жидкостей по ним равны;

в) градиенты давлений в капиллярах равны;

г) жидкости должны быть ньютоновскими.

Тест 5. Какие силы действуют между молекулами?

а)магнитные;

б)электромагнитные;

в)электрические;

г)Ван-дер-Ваальса;

д)

а)сила тяжести;

б) Архимедова сила;

в) сила Стокса;

**Вопросы для определения степени усвоения темы:**

1. Какова природа сил взаимодействия молекул.
2. Какое течение жидкости называют ламинарным, турбулентным?
3. Что такое гидравлическое сопротивление?
4. Что называется нормальной и аномальной вязкостью жидкости? Какова природа неньютоновских жидкостей?
5. Какова связь между подвижностью молекул, их средним временем оседлой жизни, т.е. временем релаксации и вязкостью жидкости?
6. К каким жидкостям относится кровь?
7. Что называется удельной вязкостью раствора?
8. Что называется характеристической вязкостью раствора?

Защитить лабораторную работу на оценку.