



7-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ ОЛИМПИАДА  
Абуджа, Нигерия, 2 – 11 декабря 2010 г.

# **Экспериментальный тур**

**8 декабря 2010**

**Абуджа, Нигерия**

## Важные замечания

**Три задания независимы. Студенты в каждой команде могут решить, работать им вместе или поодиночке.**

- 1. Наденьте защитные очки и не снимайте их всё время, пока вы находитесь в лаборатории.**
- 2. Прием пищи в лаборатории строго запрещен! Если необходимо, вы можете позвать ассистента, находящегося поблизости, выйти и поесть за пределами лаборатории.**
- 3. Вы не должны нарушать правила техники безопасности, мешать другим участникам и загрязнять оборудование и рабочее место. Разговаривайте со своими товарищами тихим голосом.**
- 4. Запрещается покидать рабочее место до тех пор, пока вам не позволят это сделать. За разрешением, обращайтесь к ассистенту, например, если вам необходимо воспользоваться туалетом.**
- 5. Приступайте к работе только по сигналу.**
- 6. Вам отводится 3 часа на выполнение экспериментального задания и заполнение листов ответов. За 30 минут до окончания тура вас предупредят. После команды об окончании тура вы должны прекратить работу. Задержка в выполнении этой команды более чем на 5 минут приведет к аннулированию ваших результатов.**
- 7. Убедитесь, что у каждой команды есть полный набор листов ответов (по 1 белой копии для черновика и по 1 желтой копии для сдачи по каждому предмету). Сдавайте только желтые листы.**
- 8. Используйте только выданные вам ручку и калькулятор.**
- 9. Код команды и ваши идентификационные коды должны быть написаны на титульных страницах желтых листов ответов. Каждый член команды должен поставить подпись на титульных страницах желтых листов ответов.**
- 10. Все результаты следует записывать только в соответствующие клеточки на листах ответов. Данные, написанные в других местах, оцениваться не будут.**
- 11. После выполнения задания сложите все оборудование на его первоначальное место.**
- 12. После команды об окончании экспериментального тура, сложите ТОЛЬКО желтые листы ответов поверх конверта, лежащего на вашем рабочем столе. Дождитесь ассистента, чтобы он проверил и собрал их. Остальные листы бумаги вы можете забрать с собой.**

## **ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТУРА**

- 1. Все участники олимпиады должны прибыть к комнате для проведения экспериментального тура не позднее, чем за 10 минут до его начала.**
- 2. Участникам олимпиады запрещается приносить с собой что-либо, кроме личных медикаментов или другого личного медицинского оборудования.**
- 3. Каждый из участников олимпиады занимает предназначенное для него место.**
- 4. Перед началом тура каждый участник олимпиады должен проверить наличие ручки, линейки, калькулятора, которыми его обеспечивают организаторы.**
- 5. Каждый участник олимпиады должен проверить количество листов с заданиями и листов для ответов. Если вы не обнаружили какого-то листа, поднимите руку. Тур начинается по звонку.**
- 6. В ходе испытания участнику олимпиады запрещается покидать помещение, за исключением случаев крайней необходимости. Если такая необходимость возникнет, то покидать комнату можно только в сопровождении дежурного.**
- 7. Участникам олимпиады не разрешается беспокоить других участников и нарушать ход работы над заданием. В случае если ему необходима помощь, участник может поднять руку и ближайший дежурный придет на помощь.**
- 8. Не допускается никаких вопросов или дискуссий по заданиям. Участник олимпиады должен оставаться за своим столом до окончания времени, отведенного на тур, даже если он закончил работу раньше или не хочет ее продолжать.**
- 9. По окончании времени, отведенного на тур, прозвучит звонок. Участникам олимпиады не разрешается писать что-либо на листах ответов после окончания тура. Все участники олимпиады должны тихо покинуть комнату. Листы с заданиями и ответами должны быть аккуратно сложены на своем столе.**

## ЭКСПЕРИМЕНТ 1: ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛЮКОЗЫ В ЭКСТРАКТАХ МЕСТНЫХ ПЛОДОВ

### Вступление

Плоды Финиковой пальмы (*Phoenix dactylofera*) и Паслена эфиопского (*Solanum aethiopicum*) (Рис. 1) в Нигерии используются в пищу.

У финиковой пальмы сочные сладкие плоды. Они содержат различные сахара, много растительных волокон, витамины, минеральные вещества и незначительное количество жира. Их можно есть, как свежими, так и сушеными. Паслен эфиопский на вкус сладко-горький. Его плоды едят сырыми или используют для приготовления подливок и соусов. В них мало натрия, они низкокалорийны и богаты растительными волокнами.



*Solanum aethiopicum*

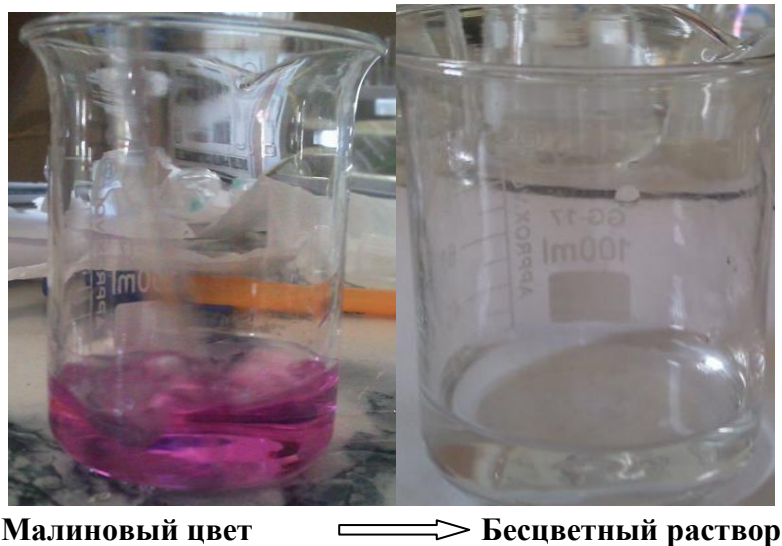


*Phoenix dactylofera*

**Рис. 1:** Нигерийские тропические плоды

Цель этого эксперимента – определить концентрацию глюкозы в экстрактах упомянутых плодов. Вам предстоит определить время, требующееся для полного обесцвечивания перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ ) в исследуемом растворе. Определив этот параметр для нескольких растворов глюкозы с известными концентрациями, вы должны будете построить калибровочную кривую, и определить по ней концентрацию глюкозы в экстрактах плодов.

Глюкоза ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) это восстанавливающий простой сахар. Глюкоза может вступать в реакцию с перманганатом калия  $\text{KMnO}_4$ , в результате чего тот обесцвечивается. Малиновый раствор, содержащий перманганат-ионы  $\text{MnO}_4^-$ , восстанавливается до бесцветного раствора, содержащего ионы марганца  $\text{Mn}^{2+}$ , что показано на **Рис. 2**. Скорость обесцвечивания перманганат-ионов  $\text{MnO}_4^-$  прямо пропорциональна концентрации глюкозы в растворе. Точность результатов зависит от аккуратности измерений, чистоты посуды и реактивов.



**Рис. 2: Изменения цвета в ходе реакции глюкозы с перманганатом калия в присутствии серной кислоты**

### Реактивы и оборудование

1. Растворы глюкозы известных концентраций G1 – G4 (Таблица 1)
2. Экстракты местных плодов (А и В)
3. 1М раствор серной кислоты
4. 0.01% раствор перманганата калия
5. Конические колбы (50 см<sup>3</sup>) с резиновыми пробками (6)
6. Секундомер (1) – 1 круг за 30 секунд
7. 12 шприцев
  - (i) 10 см<sup>3</sup>(8)
  - (ii) 5 см<sup>3</sup>(2)
  - (iii) 2 см<sup>3</sup> (2)
8. Маркер (1)

**Таблица 1. Концентрации глюкозы в предоставленных растворах**

Раствор глюкозы	G1	G2	G3	G4
Концентрация (%)	2.0	6.0	10.0	12.0

### Ход эксперимента

1. Используя маркер, пометьте конические колбы: G1 – G4, и поставьте их на столе в порядке возрастания.
2. Используя разные шприцы на 10 см<sup>3</sup>, перенесите по 10 см<sup>3</sup> каждого раствора глюкозы в помеченные конические колбы, в соответствии с Таблицей 1.
3. Используя шприц на 5 см<sup>3</sup>, добавьте 5 см<sup>3</sup> раствора серной кислоты в коническую колбу, помеченную как G1.
4. Используя шприц на 2 см<sup>3</sup>, добавьте 2 см<sup>3</sup> раствора перманганата калия в колбу G1 и **немедленно** начинайте отсчет времени.
5. Постоянно помешивайте встряхиванием раствор в колбе до полного исчезновения окраски (**Рис. 2**).
6. Запишите в Таблицу 2 время, потребовавшееся для полного обесцвечивания раствора.

**Таблица 2: Концентрации глюкозы и время, потребовавшееся для обесцвечивания**

Номер колбы	G1	G2	G3	G4
Концентрация глюкозы (%)	2.0	6.0	10.0	12.0
Время (мин)				

**(2.0 балла)**

7. **Повторите шаги 3 – 6** последовательно для колб G2, G3 и G4, и результаты измерений занесите в Таблицу 2.
8. С помощью маркера пометьте две оставшиеся конические колбы буквами А и В.
9. Используя чистый шприц на 10 см<sup>3</sup>, перенесите экстракт А в коническую колбу А и повторите для нее шаги **3 – 5** эксперимента.
10. Запишите время, потребовавшееся для полного обесцвечивания раствора, в Таблицу 3.
11. Используя другой чистый шприц на 10 см<sup>3</sup>, перенесите экстракт В в коническую колбу В и повторите для нее шаги **3 – 5** эксперимента.
12. Запишите время, потребовавшееся для полного обесцвечивания раствора, в Таблицу 3.
13. В случае, если вам надо повторить эксперимент, вылейте содержимое в контейнер для слива и промойте конические колбы водой прежде, чем использовать их снова.

### Вопросы

- 1.1 Нарисуйте на предоставленной вам миллиметровой бумаге график зависимости времени обесцвечивания раствора от концентрации глюкозы для образцов G1 – G4, отложив время по оси Y (вертикальной), а концентрацию по оси X (горизонтальной). **(2.0 балла)**
- 1.2 Из графика определите концентрацию глюкозы в экстрактах А и В. **(2.0 балла)**

**Таблица 3: Время, требующееся для полного обесцвечивания раствора (2.0 балла)**

Колба	А	В
Концентрация глюкозы (%)		
Время(минуты)		

- 1.3 В каком из образцов концентрация глюкозы выше? **(1.0 балл)**
- 1.4 Глюкозу в этом эксперименте можно считать восстановителем потому, что (Поставьте галочки в соответствующих клетках):

Вариант		Да	Нет
i	Степень окисления Mn уменьшается		
ii	Степень окисления Mn в $MnO_4^-$ становится +4		

**(1.0 балл)**

- 1.5 Дополните текст, вставив на место пропущенных слов соответствующие им буквы из приведенной ниже таблицы. **(2.0 балла)**

В процессе фотосинтеза зеленые растения используют \_\_\_\_\_ газ для синтеза глюкозы. Процесс происходит на свету в органоиде, называемом \_\_\_\_\_. Неорганическое вещество \_\_\_\_\_ также участвует в процессе. Глюкоза, созданная в ходе фотосинтеза, запасается в растении в виде \_\_\_\_\_. Глюкоза, содержащаяся в плодах, играет роль в распространении семян. Животных привлекает \_\_\_\_\_ плодов и они поедают их. Семена имеют твердую \_\_\_\_\_, которая предохраняет их от \_\_\_\_\_ различными \_\_\_\_\_ в пищеварительном тракте животных. Позднее животные \_\_\_\_\_ семенами, как правило, вдали от материнского растения. Это позволяет уменьшить \_\_\_\_\_ между родителями и потомками.

А – Митохондрия	К – Кислород
В – Семенная кожура	Л – Ассимиляция
С – Углекислый газ	М – Конкуренция
D- Вода	N – Крахмал
Е – Слизь	О – Магний
F – Хлоропласт	Р – Испражняются
G – Фермент	Q – Цвет
H– Вакуоль	R – Разнообразие
I – Эндосперм	S – Структура
J – Переваривание	T – Гликоген

1.6 В похожем эксперименте была определена концентрация глюкозы для некоторых плодов С и D. В плоде С содержание глюкозы выше. У Жауро Амаду (ЖА) была обнаружена недостаточность работы бета-клеток островков Лангерганса. Если ЖА вынужден съесть плод С или D, какой из двух ему следует предпочесть? **(1.0 балл)**

1.7 Укажите, какие соображения позволили вам дать ответ на вопрос **1.6**, а какие – нет, поставив галочки в клетках таблицы. **(1.0 балл)**

Варианты	Соображения	Да	Нет
i	В организме ЖА не вырабатывается инсулин		
ii	Плод С содержит больше воды, чем плод D		
iii	Плод С содержит больше глюкозы		
iv	В организме ЖА не вырабатывается глюкагон		



## ЭКСПЕРИМЕНТ 2. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

### Введение

Нигерия - одна из ведущих в мире стран-производителей нефти. Нефть - главный источник валюты для Нигерии. Однако, как большинство невозобновимых источников энергии, нефть исчерпаема. Поэтому есть необходимость поиска жизненно важных альтернативных возобновляемых источников энергии.

Биодизель - один из таких источников энергии, которую получают, главным образом, из масел растений и жиров животных. Биодизель аналогичен обычному дизельному топливу (солярке) и может применяться без модификации устройства двигателя. Биодизель, по сравнению с соляркой, при сгорании меньше загрязняет атмосферу. Так как это топливо получено из масел растений и жиров животных, оно может рассматриваться как возобновляемый источник энергии.

К характеристикам дизельных топлив относятся вязкость, температура воспламенения, температура помутнения, температура отвердевания и кислотное число.

Уравнения (1) и (2) могут быть преобразованы в выражение для нахождения вязкости:

$$8lV\eta = \pi gh\rho r_0^4 \Delta t; \quad (1)$$

$$8klV = \pi ghr_0^4. \quad (2)$$

где  $l$  – длина капилляра,  $\pi$  – константа,  $g$  – ускорение свободного падения,  $h$  – высота столба жидкости в вискозиметре,  $\rho$  – плотность жидкости,  $r$  – радиус капилляра,  $\Delta t$  – время протекания исследуемой жидкости между метками,  $\eta$  – абсолютная вязкость,  $V$  – объём жидкости, протекающий за время  $\Delta t$ ,  $k$  – параметр постоянный при неизменных  $\Delta t$  и  $\rho$ .

### Цели

В этой задаче вам нужно приготовить биодизель из масла косточек плодов (МКП) одного из видов пальмы (*Elias guinesis*), который очень широко распространен в Нигерии.

1. Приготовление биодизеля из МКП
2. Оценка процентного выхода по массе биодизеля из МКП
3. Определение кислотного числа МКП-биодизеля и исходного МКП.

## Приборы / Материалы

- a) Масло косточек плодов (МКП) пальмы ( $100 \text{ см}^3$ ) (плотностью  $0,912 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ )
- b) Метанол ( $50 \text{ см}^3$ ) **ВНИМАНИЕ: Метанол очень токсичен. Избегайте вдыхания его паров и используйте перчатки и очки при работе с ним.**
- c) Гидроксид калия (КОН) (30 гранул)
- d) Вата
- e) Вода ( $500 \text{ см}^3$ )
- f) Безводный сульфат магния ( $\text{MgSO}_4$ ) (1 пакетик)
- g) Круглая плоскодонная колба  $250 \text{ см}^3$  (1)
- h) Конические колбы  $250 \text{ см}^3$  (4)
- i) Стаканы  $250 \text{ см}^3$  (4)
- j) Промывалка (1)
- k) Мерные цилиндры  $100 \text{ см}^3$  (2)
- l) Сепаратор (делительная воронка)  $125 \text{ см}^3$  (1)
- m) Шпатель-ложка (1)
- n) Стеклянная воронка (1)
- o) Бюретка (1)
- p)  $0,01 \text{ моль}\cdot\text{дм}^{-3}$  ( $\text{моль}\cdot\text{л}^{-1}$ ) раствор гидроксида калия (исходный раствор)
- q) Индикатор фенолфталеин
- r) Этиловый спирт ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )
- s) Секундомер (1)
- t) Палочка для перемешивания (1)
- u) Пипетка и устройство для забора жидкости

### Методика приготовления биодизеля

1. При помощи шпателя поместите 5 гранул гидроксида калия в сухую круглую плоскодонную колбу объёмом  $250 \text{ см}^3$  и закройте колбу пробкой.
2. Используя мерный цилиндр, добавьте в эту колбу  $10 \text{ см}^3$  метанола ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ). Закройте пробкой и энергично перемешивайте до растворения гидроксида калия (КОН). ВНИМАНИЕ: Процесс экзотермичный, будьте осторожны, придерживайте пробку.
3. Мерным цилиндром добавьте  $30 \text{ см}^3$  МКП в эту же колбу, закройте пробкой и энергично перемешивайте смесь в течении 15 минут.
4. Поместите всё содержимое колбы в сепаратор на  $125 \text{ см}^3$  (делительную воронку) и выдержите там смесь в течение приблизительно 7 минут без крышки. Слейте нижний слой в стакан. Верхний слой - сырой биодизель.
5. Мерным цилиндром добавьте  $40 \text{ см}^3$  воды к сырому биодизелю в сепараторе, осторожно взбалтывая смесь (без крышки), но старайтесь ничего не расплескать. После разделения смеси на два слоя слейте нижний слой в стакан. Повторите этот пункт дважды. Собирайте нижний слой в один и тот же стакан.
6. Перелейте биодизель в стакан  $250 \text{ см}^3$  и медленно добавьте пакетик безводного сульфата магния ( $\text{MgSO}_4$ ) в биодизель.
7. Осторожно размешав смесь палочкой для перемешивания, оставьте её на 60 секунд и осторожно декантируйте биодизель в чистый мерный цилиндр. Отфильтруйте весь оставшийся биодизель, используя воронку с кусочками ваты в тот же самый мерный цилиндр.
8. Запишите объем полученного биодизеля.

### Определение Кислотного числа МКП-биодизеля.

1. С помощью пипетки и устройства для забора жидкости поместите  $2,0 \text{ см}^3$  биодизеля в коническую колбу.
2. Добавьте этиловый спирт ( $10 \text{ см}^3$ ) и взбалтывайте в течение 60 секунд
3. Налейте  $0,01 \text{ моль} \cdot \text{дм}^{-3}$  ( $\text{моль} \cdot \text{л}^{-1}$ ) раствор КОН в бюретку.
4. Титруйте раствор биодизеля раствором КОН  $0,01 \text{ моль} \cdot \text{дм}^{-3}$  ( $\text{моль} \cdot \text{л}^{-1}$ ), используя фенолфталеин в качестве индикатора
5. Запишите объём титранта.
6. Повторите титрование, как минимум, ещё один раз.

### Определение Кислотного числа МКП.

1. С помощью пипетки и устройства для забора жидкости поместите  $2,0 \text{ см}^3$  МКП в коническую колбу.
2. Добавьте этиловый спирт ( $10 \text{ см}^3$ ) и взбалтывайте в течение 60 секунд
3. Налейте  $0,01 \text{ моль} \cdot \text{дм}^{-3}$  ( $\text{моль} \cdot \text{л}^{-1}$ ) раствор КОН в бюретку.
4. Титруйте раствор МКП раствором КОН  $0,01 \text{ моль} \cdot \text{дм}^{-3}$  ( $\text{моль} \cdot \text{л}^{-1}$ ), используя фенолфталеин в качестве индикатора.
5. Запишите объём титранта.
6. Повторите титрование, как минимум, ещё один раз.

## ВОПРОСЫ

2.1. Из данного списка, выберите два вещества, которые вошли в состав нижнего слоя, полученного в пункте 4 методики приготовления биодизеля:

- (i) Гидроксид калия (KOH)
- (ii) Вода
- (iii) МКП
- (iv) Биодизель

**(0.5 x 2= 1.0 балл)**

2.2 Вычислите процентный выход по массе МКП-биодизеля от МКП, используя свои результаты. ( Примите плотность МКП-биодизеля равной  $0,89 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$ ). **(2.5 балла)**

2.3. Для чего добавляется сульфат магния в пункте 6 методики приготовления биодизеля?

Выберите правильный вариант из следующей таблицы

**(0.5 балла)**

Вариант	Причина
A	Для улучшения проводимости
B	Для превращения жиров в углеводороды
C	Для удаления остаточной воды
D	Для увеличения вязкости биодизеля

2.4. Используя оба уравнения (1) и (2), получите выражение для нахождения абсолютной вязкости  $\eta$  **(1.0 балл)**

2.5. Запишите объём титранта, полученный при определении кислотного числа МКП

**(1.5 балла)**

- 2.6. Вычислите кислотное число, используя формулу,

$$\text{Кислотное число} = \frac{V \cdot C \cdot Z}{m}, \text{ где}$$

$V$  – объём в  $\text{дм}^3$ (л) раствора гидроксида калия  $0,01 \text{ моль} \cdot \text{дм}^{-3}$ ( $\text{моль} \cdot \text{л}^{-1}$ ) (объём титранта)

$C$  – концентрация раствора гидроксида калия

$m$  – масса (г) пробы МКП

$Z=56,1$  г/ моль

Убедитесь в правильности используемых единиц измерения и примите, что  $1 \text{ см}^3$  МКП весит  $0,912$  г. **(1.0 балл)**

- 2.7. Вычислите концентрацию кислоты в МКП в  $\text{моль} \cdot \text{дм}^{-3}$

( $A_r(K) = 39,1$   $A_r(O) = 16,0$   $A_r(H) = 1,0$ ) **(1.0 балл)**

- 2.8. Запишите объём титранта, полученный при определении кислотного числа МКП – биодизеля. **(1.5 балла)**

- 2.9. Вычислите кислотное число МКП – биодизеля, используя формулу,

$$\text{Кислотное число} = \frac{V \cdot C \cdot Z}{m}, \text{ где}$$

$V$  – объём в  $\text{дм}^3$ (л) раствора гидроксида калия  $0,01 \text{ моль} \cdot \text{дм}^{-3}$ ( $\text{моль} \cdot \text{л}^{-1}$ ) (объём титранта)

$C$  – концентрация раствора гидроксида калия

$m$  – масса (г) пробы МКП – биодизеля

$Z=56,1$  г/ моль

Убедитесь в правильности используемых единиц измерения и примите, что  $1 \text{ см}^3$  МКП-биодизеля весит  $0,89$  г. **(1.0 балл)**

- 2.10. Вычислите концентрацию кислоты в МКП-биодизеле в моль·дм<sup>-3</sup>  
(Ar (K) = 39,1 Ar (O) = 16,0 Ar (H) = 1,0) **(1.0 балл)**
- 2.11. Выберите правильный вариант из А-D , объясняющий полученную разницу кислотности МКП и МКП-биодизеля. **(0.5 балла)**
- A. Методика приготовления МКП-биодизеля делает его более летучим
  - B. Для экстракции МКП-биодизеля использовался сульфат магния
  - C. При экстракции МКП-биодизель был смешан с гидроксидом калия (KOH), который нейтрализовал его кислотность
  - D. Процесс экстракции увеличивает выход МКП-биодизеля
- 2.12. Выберите самый подходящий вариант из данного ниже списка, который объясняет тот факт, что при горении биодизеля выделяется меньше загрязняющих веществ в атмосферу, чем при горении обычного дизельного топлива:
- A. Биодизель содержит больше кислорода
  - B. Биодизель содержит меньше серы
  - C. Биодизель содержит больше атомов углерода
  - D. Биодизель очень плотный **(0.5 балла)**

### ЭКСПЕРИМЕНТ 3. ИЗМЕРЕНИЕ ВЯЗКОСТИ

#### КАСТОРОВОГО (*Ricinus communis*) МАСЛА

##### 3.1 Введение

Если металлический шарик радиуса  $r$  и плотности  $\rho_s$  падает под действием силы тяжести в жидкости с плотностью  $\rho_l$ , то вплоть до момента касания дна на шарик действуют противоположно направленные силы. При этом движение шарика описывается уравнением:

$$\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_l g + 6\pi r \eta_l v_0 = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_s g, \quad (1)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $\eta_l$  – вязкость жидкости, а  $v_0$  – скорость шарика при равновесии сил (установившаяся скорость).

##### 3.2 Цель работы

Определите вязкость касторового масла с помощью уравнения (1).

##### 3.3 Установка

Установка уже собрана (см. Рис. 1). Её основная часть - длинный градуированный цилиндр, заполненный касторовым маслом.

Вам также даны сорок (40) металлических шариков, каждый диаметром 4.76 мм, и два секундомера.

##### 3.4 Методика работы

3.4.1. Изучите собранную установку (рис. 1). Вы можете обратиться к наблюдателю, если место расположения установки вам неудобно или цилиндр не вертикален. НЕ ПЕРЕМЕЩАЙТЕ УСТАНОВКУ САМОСТОЯТЕЛЬНО.

3.4.2. Возьмите один из шариков и осторожно опустите его как можно ближе к поверхности жидкости в стеклянном цилиндре примерно по центру.

3.4.3. С помощью секундомера измерьте время прохождения шариком расстояний в жидкости, указанных в Таблице 1. Примите отметку в 20 см за начало отсчета времени.

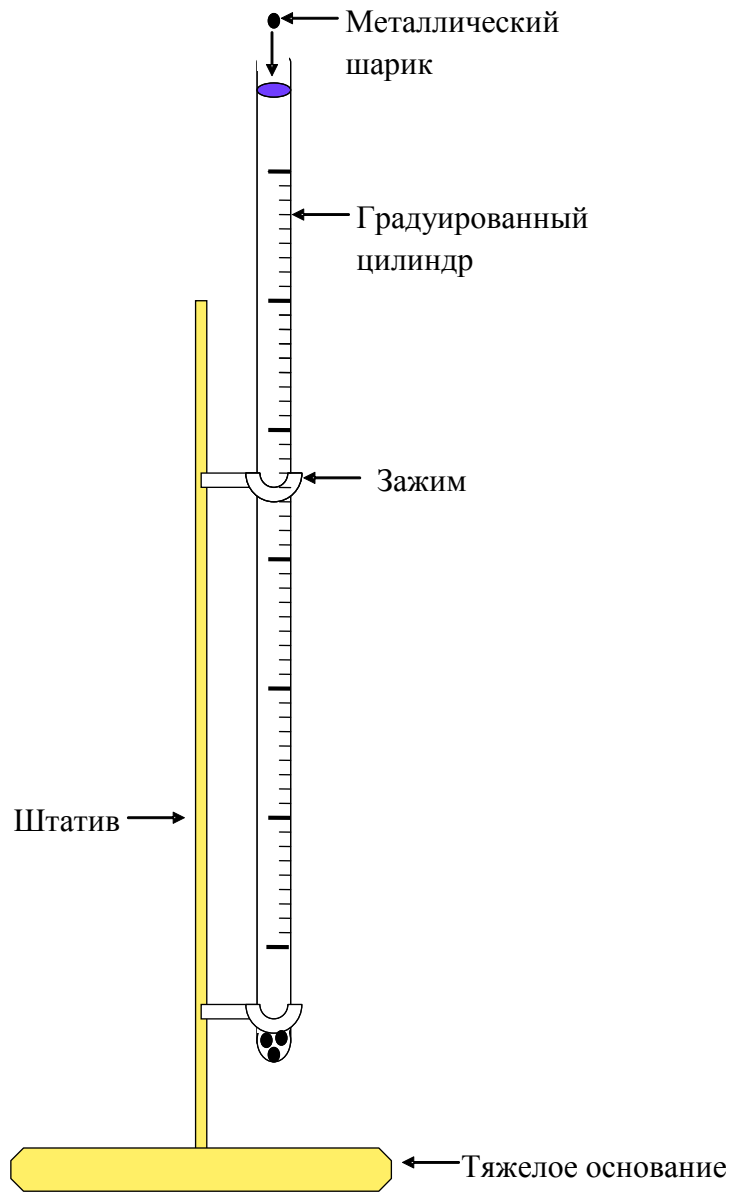
Если шарик касается стенки цилиндра, обратитесь к наблюдателю.

3.4.4. Запишите время  $t_1$ , которое потребовалось шарiku для того, чтобы преодолеть расстояние от точки начала отсчета времени до отметок в 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 и 110 см на стеклянном цилиндре.

3.4.5. Повторите измерения пункта 3.4.4 и запишите время в столбец  $t_2$ .

3.4.6. Найдите среднее значение между  $t_1$  и  $t_2$  и запишите его в столбец  $t$ .





**Рис. 1: Экспериментальная установка**

**Таблица 1**

Отметки на цилиндре (см)	Пройденное расстояние (см)	Время (с)		
		$t_1$	$t_2$	$t$
20	–	0.00	0.00	0.00
40				
50				
60				
70				
80				
90				
100				
110				

**(3.2 балла)**

### 3.5. Задания

3.5.1 Нарисуйте график зависимости пройденного расстояния от времени

**(1.6 балла)**

3.5.2 Определите наклон графика из вопроса 3.5.1

**(1.2 балла)**

3.5.3. Определите физический смысл каждого из трех (3) членов в уравнении (1), помеченных буквами А, В, С в Таблице 2 с помощью Таблицы 3, в которой даны варианты ответов (т.е. сопоставьте формулы Таблицы 2 с вариантами ответов из Таблицы 3 и запишите результат в соответствующую таблицу в листах ответов).

**(1.5 балла)**

**Таблица 2**

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_l g$	$6\pi r \eta_l v_0$	$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_s g$

**Таблица 3**

<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
Гравитационная сила (сила тяжести)	Сила сильного взаимодействия	Архимедова сила (выталкивающая)	Сила вязкого трения	Центробежная сила

3.5.4. Выведите выражение для  $\eta_l$  из уравнения (1). Назовите полученное выражение уравнением (2). **(1.2 балла)**

3.5.5. При условии, что  $v_0$  - это наклон графика, определенный в задании 3.5.2, а  $g = 9,8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$ ,  $\rho_l = 900 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ ,  $\rho_s = 7800 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ , вычислите  $\eta_l$  для касторового масла из уравнения (2). **(2.3 балла)**

3.5.6. Факторы, перечисленные в таблице 4, могут повлиять на значение вязкости, измеренное в различных местах на поверхности Земли с помощью данного метода. Поставьте знак  $\checkmark$  в соответствующих строчках.

**(1.0 балл)**

**Таблица 4**

	<b>Влияет</b>	<b>Не влияет</b>
Высота над уровнем моря		
Географическая широта		
Относительная влажность		
Температура окружающей среды		

3.5.7. Выберите из перечисленных в Таблице 5 мер предосторожности те, которые нужно предпринять для того, чтобы получить наиболее точный результат. Поставьте знак  $\checkmark$  в соответствующих строчках. **(1.0 балл)**

**Таблица 5**

	<b>Да</b>	<b>Нет</b>
Минимизировать ошибку параллакса		
Избегать соприкосновения шарика со стенками стеклянного цилиндра		
Сместить начало отсчета времени на отметку 50 см		
Ронять шарик с некоторой высоты над уровнем жидкости		