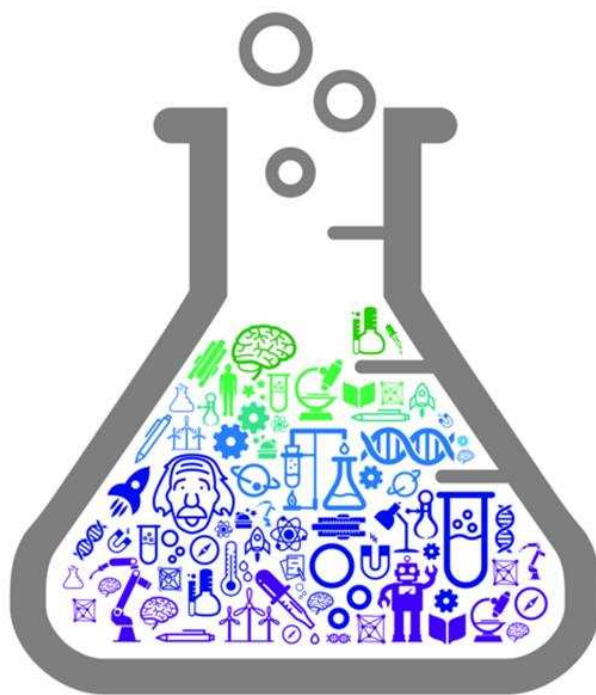


12TH INTERNATIONAL JUNIOR SCIENCE OLYMPIAD

**IJSO-2015**



December 2(Wed)-11(Fri), 2015 | Daegu, Republic of Korea

**Экспериментальный тур**

**– Задание –**

**8 декабря 2015**

**НЕ ПЕРЕВОРАЧИВАЙТЕ задание на следующую  
страницу до тех пор, пока не раздастся сигнал  
(свисток), иначе вы будете наказаны.**



## ЗАДАНИЯ

---

- 1. У вас есть 30 минут для прочтения Правил проведения тура, Инструкции к туру, Инструкции к калькулятору и всех листов задания, а также для планирования хода своего эксперимента.**
- 2. НЕ начинайте делать эксперименты до СТАРТОВОГО сигнала (свисток). В противном случае вы будете наказаны.**

### Правила проведения тура

1. Вам запрещается приносить с собой на тур что-либо, кроме личных медикаментов или другого личного медицинского оборудования.
2. Сядьте за отведенный вам стол.
3. Перед началом тура убедитесь в наличии на вашем столе ручки, черновика, калькулятора, которыми вас обеспечивают организаторы.
4. НЕ начинайте свои эксперименты до СТАРТОВОГО сигнала (свистка).
5. В ходе тура вам запрещается покидать помещение кроме случаев экстренной ситуации. В этом случае вас будет сопровождать дежурный.
6. Вы не должны беспокоить других участников. В случае, если вам необходима помощь, поднимите руку, и дежурный подойдет к вам.
7. Вы можете обсуждать задание или эксперименты только с другими участниками из вашей команды. Вы должны оставаться за своим столом до окончания времени, отведенного на тур, даже если вы закончили работу или не хотите её продолжать.
8. По окончании времени, отведенного на тур, вы услышите СТОП-сигнал (свисток). Вы не должны писать что-либо на листе ответов после окончания тура. Аккуратно сложите на вашем столе листы с вопросами, листы ответов, а также ручку, калькулятор и черновик. Вы НЕ должны покидать комнату до того, как все листы ответов будут собраны.



## ЗАДАНИЯ

---

### Инструкция к туру

1. После СТАРТОВОГО сигнала (свистка) у вас будет 3 ч 30 мин на выполнение экспериментов.
2. Используйте ТОЛЬКО выданную вам ручку (не используйте карандаш).
3. Всего будет 3 эксперимента. Проверьте, что вам выдан полный комплект условий (15 страниц, страницы с 4 по 18) и листов ответов (10 страниц). Поднимите руку, если у вас отсутствуют какие-либо страницы.
4. ПРЯМО СЕЙЧАС на первой странице листов ответов напишите ваши фамилии, имена, коды, страну и поставьте подписи. Напишите свои фамилии, имена и коды на остальных страницах листов ответов.
5. Внимательно прочтите список операций и заданий и запишите свои ответы в соответствующих местах в листах ответов.
6. В тех случаях, когда в листах ответов указаны единицы измерения, вы должны писать ответ в указанных единицах измерения.
7. Вы ДОЛЖНЫ носить **Лабораторный халат (фартук)** и **Перчатки** в течение всего эксперимента.
8. Будут оцениваться только результаты, указанные в листах ответов. До заполнения листов ответов вы можете воспользоваться черновиком для работы.
9. Правила начисления очков: в соответствии с разбалловкой, указанной в заданиях.



## ЗАДАНИЯ

### Инструкция к калькулятору

1. Включение: нажмите  $\text{ON/C}$ .
2. Выключение: нажмите  $\text{2ndF}$   $\text{ON/C}$ .
3. Сброс данных: нажмите  $\text{ON/C}$ .
4. Сложение, вычитание, умножение и деление

Пример 1)  $45 + \frac{285}{3}$

$\text{ON/C}$  45  $+$  285  $\div$  3  $=$  **140.**

Пример 2)  $\frac{18+6}{15-8}$

$\text{ON/C}$  ( 18  $+$  6 )  $\div$  ( 15  $-$  8 )  $=$   
**3.428571429**

Пример 3)  $42 \times (-5) + 120$

$\text{ON/C}$  42  $\times$  5  $+/-$   $+$  120  $=$  **-90.**

$\text{ON/C}$  42  $\times$  (  $-$  5 )  $+$  120  $=$  **-90.**

5. Возведение в степень

Пример 1)  $8.6^{-2}$

$\text{ON/C}$  8.6  $y^x$  2  $+/-$   $=$  **0.013520822**

Пример 2)  $6.1 \times 10^{23}$

$\text{ON/C}$  6.1  $\times$  10  $y^x$  23  $=$   **$6.1 \times 10^{23}$**

6. Для того, чтобы удалить число/операцию, подведите курсор к числу/операции, которую вы хотите удалить, затем нажмите  $\text{DEL}$ . Если курсор расположен справа от числа/операции, то клавиша  $\text{DEL}$  работает как клавиша BackSpace («возврат»).



## **ЗАДАНИЯ**

### **Введение к экспериментам**

«Гам-Гюль» (Рис.1), бессемянный и легко чистящийся плод цитрусового растения, обладающий неповторимым кисло-сладким вкусом – один из самых популярных фруктов в Корее. Все вы уже имели возможность попробовать «Гам-Гюль» за время своего пребывания в Корее.

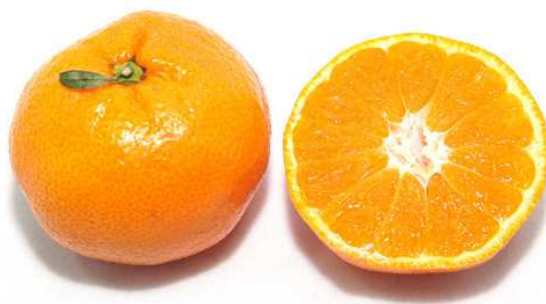


Рисунок 1. Гам-Гюль

В этом туре вам предлагается провести три эксперимента, так или иначе связанных с «Гам-Гюлем».

Эксперимент I. Определение плотностей фруктовых соков.

Эксперимент II. Определение содержания лимонной кислоты во фруктовых соках.

Эксперимент III. Анатомия плодов и семян.

В экспериментах I и II вы будете анализировать мандариновый («Гам-Гюль») и яблочный соки. В эксперименте III вы будете изучать внутреннее строение мандарина и яблока.

**Удачи!**



## ЗАДАНИЯ

### Эксперимент I: Определение плотностей фруктовых соков

#### 1. Базовые понятия

[Закон Гука]

Закон Гука – один из законов физики, который утверждает, что сила  $F$ , требуемая для растяжения или сжатия пружины на некоторое расстояние  $x$ , пропорциональна этому расстоянию, то есть  $F = - kx$ , где  $k$  – жесткость пружины, постоянный коэффициент, характеризующий ее свойства.

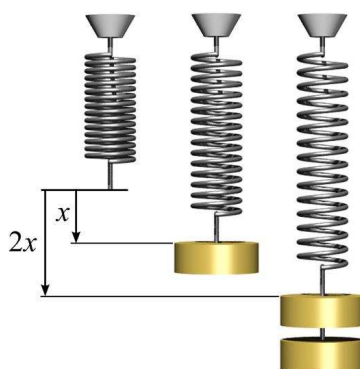


Рис. I-1. Закон Гука

[Закон Архимеда]

На любое тело, полностью или частично погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу жидкости, вытесненной этим телом..



## ЗАДАНИЯ

### 2. Оборудование и материалы

Оборудование	Материалы
Штатив с зажимом	Груз 20 г
Пружина	Груз 50 г (3 шт.)
Линейка 50 см	Мандариновый и яблочный соки
Мерный цилиндр 100 мл	Дистиллированная вода
Салфетки	

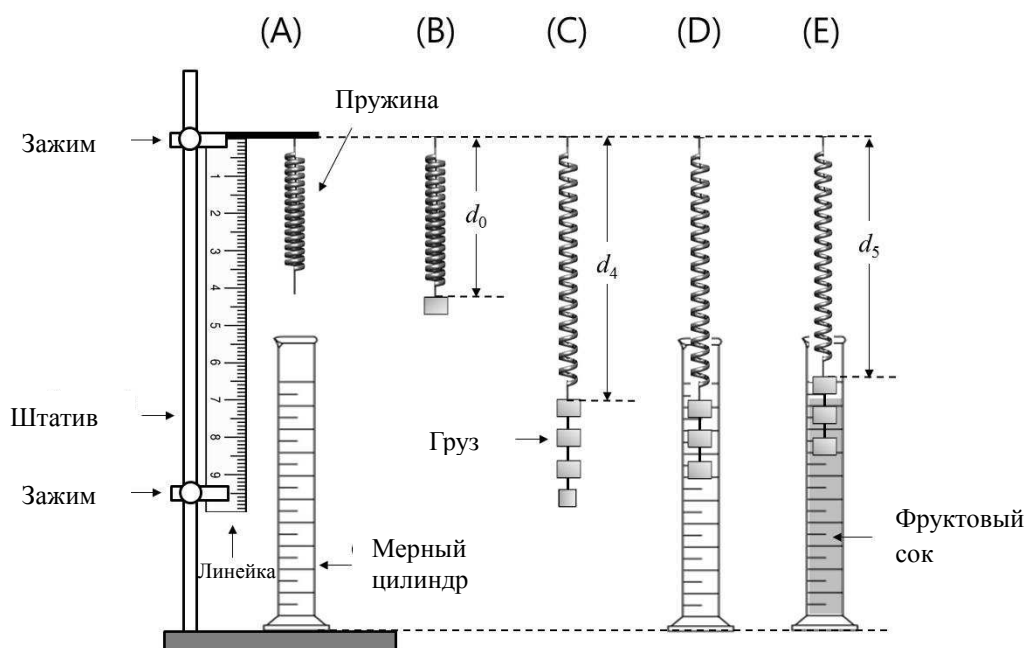


Рис. I-3. Экспериментальная установка для использования закона Гука



## ЗАДАНИЯ

### 3. Список операций в эксперименте

В этом эксперименте точные значения масс всех грузов указаны на упаковке каждого груза. Вы должны использовать эти массы в своих расчетах.

1. Повесьте пружину на зажим, как показано на рис. I-3(A).
2. Подвесьте груз массой 50 г к пружине. Запишите его точную массу в столбец  $d_0$  раздела **I-1-1 в Листах ответов**.
3. Запишите длину пружины ( $d_0$ ), как показано на рис. I-3(B), с точностью до одного знака после запятой в **раздел I-1-1 в Листах ответов**.
4. Выполните еще 4 измерения с другими грузами, увеличивая суммарную нагрузку на пружину за счет подвешивания новых грузов. Для каждого набора грузов (столбцы от  $d_1$  до  $d_4$ ) запишите точное значение их массы и длину пружины в **раздел I-1-1 в Листах ответов**. Длина должна быть измерена с точностью до одного знака после запятой.
5. Снимите все грузы с пружины.
6. Налейте примерно 70 мл воды в мерный цилиндр и запишите получившийся объем в **раздел I-2-1 в Листах ответов**.
7. Расположите пружину и подвешенные к ней грузы массами 50 г + 50 г + 50 г таким образом, что только два нижних груза полностью погружены в воду, и запишите получившийся объем в **раздел I-2-1 Листов ответов**.
8. Опустите пружину и грузы дальше таким образом, что теперь все три груза полностью погружены в воду, и запишите объем в **раздел I-2-1 Листов ответов**. Возможно, вам придется приложить силу для растяжения пружины или поднять цилиндр, чтобы добиться полного погружения грузов.
9. Удалите воду из цилиндра.
10. Вытрите воду на грузах с помощью салфеток.
11. Поместите пружину и грузы массами 50 г + 50 г + 50 г в мерный цилиндр. Запишите получившуюся длину пружины в **раздел I-2-2 Листов ответов**. Аккуратно налейте яблочный сок так, что только два нижних груза полностью погружены в сок (возможно, вам придется поднять цилиндр).
12. Запишите длину пружины с точностью до одного знака после запятой в **раздел I-2-2 Листов ответов**.
13. Аккуратно долейте немного яблочного сока в мерный цилиндр так, что теперь все три груза полностью погружены в сок (возможно, вам придется поднять цилиндр).
14. Запишите длину пружины с точностью до одного знака после запятой в **раздел I-2-2 Листов ответов**.
15. Удалите яблочный сок и промойте оборудование водой. Повторите операции с 10 по 14 для мандаринового сока.
16. Ответьте на следующие вопросы, используя полученные результаты.





## **ЗАДАНИЯ**

---

### **4. Задание [14 баллов]**

#### **I-1. [6.0 баллов]**

**I-1-1 [1.25 балла]** Операции с 1 по 5.

**I-1-2 [2.5 балла]** Нанесите на график точки, соответствующие зависимости длины пружины (ось  $y$ ) от суммарной массы (ось  $x$ ). Проведите через полученные точки прямую наилучшим образом в разделе **I-1-2 Листов ответов**.

**I-1-3 [1.25 балла]** Рассчитайте угловой коэффициент и расстояние от начала координат до точки пересечения с осью  $y$  для полученной прямой, запишите их в **раздел I-1-3 Листов ответов**.

**I-1-4. [1.0 балл]** Рассчитайте жесткость пружины в единицах Н/м в **разделе I-1-4 Листов ответов**. (Считайте, что ускорение свободного падения равно  $9.81 \text{ м/с}^2$ ).

#### **I-2. [6.0 баллов]**

**I-2-1. [2.0 балла]** Заполните **раздел I-2-1 в Листах ответов** результатами измерений при операциях 7 и 8. Рассчитайте объемы двух грузов массой 50 г и трех грузов массой 50 г.

**I-2-2. [2.0 балла]**. Рассчитайте разность длин пружины с грузами отдельно для яблочного и мандаринового соков из результатов операций 11 - 15 в **разделе I-2-2 Листов ответов**.

**I-2-3. [2.0 балла]** Рассчитайте выталкивающие силы, действующие на каждый комплект грузов со стороны каждого из соков в **разделе I-2-3 Листов ответов**.

**I-3. [2.0 балла]** Рассчитайте средние плотности яблочного и мандаринового соков соответственно в **разделе I-3 Листов ответов**.



## ЗАДАНИЯ

### Эксперимент II. Определение лимонной кислоты в соках фруктов

#### 1. Введение

[Лимонная кислота]

Лимонная кислота, содержащаяся в citrusовых фруктах, – слабая органическая кислота. Ее формула  $C_6H_8O_7$  (рис. II-1). Лимонную кислоту добавляют к некоторым пищевым продуктам и напиткам для придания им кислого вкуса. Лимонная кислота с небольшими добавками яблочной и винной кислот обеспечивает citrusовым их уникальный вкус. Самое высокое содержание лимонной кислоты наблюдается в начале сезона, затем, по мере созревания фруктов, оно уменьшается.

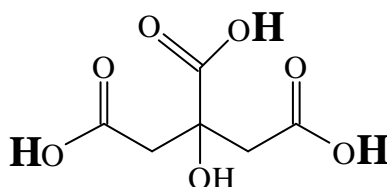
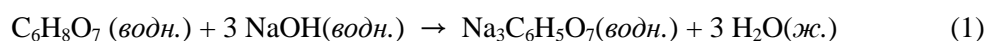


Рис. II.1. Структура молекулы лимонной кислоты

[Кислоты и основания]

Согласно теории Аррениуса, кислотами и основаниями принято считать соединения, молекулы которых при диссоциации в водных растворах отщепляют протоны ( $H^+$ ) или гидроксид-ионы ( $OH^-$ ) соответственно. Несмотря на то, что есть и другие, более общие определения, представления Аррениуса о кислотах и основаниях остаются весьма полезными для анализа многих кислотно-основных реакций в водных растворах.

При растворении в воде трехосновная лимонная кислота способна к отщеплению максимально трех протонов  $3 H^+$  (отмеченных жирным шрифтом **H** на рис. II-1). В водных растворах в присутствии сильных оснований (например, гидроксида натрия  $NaOH$ ) каждый из этих кислых протонов реагирует с одним гидроксид-ионом  $OH^-$  щелочи с образованием молекулы воды ( $H_2O$ ), а ионы натрия ( $Na^+$ ), замещают протоны в кислоте и образуют растворимую соль. Такой тип кислотно-основных реакций называется реакцией нейтрализации.





## ЗАДАНИЯ

[Кислотно-основное титрование]

Используя реакцию нейтрализации, мы можем определять концентрацию кислоты или щелочи. Этот метод называется *титрованием*. Титрование заключается в добавлении из бюретки раствора известной концентрации (титранта) к раствору, содержащему анализируемое вещество. Момент титрования, когда количество титранта достаточно для завершения реакции, называется **точкой эквивалентности**. Эта точка определяется **индикатором**, веществом, которое добавляют перед началом титрования, и которое изменяет окраску в точке эквивалентности (или около нее). Точка титрования, в которой индикатор изменяет цвет, считается **концом титрования**.

В этом эксперименте вы будете использовать раствор NaOH в качестве титранта для определения концентрации лимонной кислоты в соках фруктов. В качестве индикатора вы будете использовать фенолфталеин. На рис. П-2 показана установка для титрования. Вы будете добавлять раствор NaOH к фруктовым сокам. На начальных стадиях титрования цвет соков останется желтоватым. Когда начнет появляться малиновая окраска, следует замедлить добавление титранта. С этого момента вы должны добавлять титрант по одной капле до тех пор, пока малиновая окраска не будет устойчивой по крайней мере в течение 30 с. Это – конечная точка титрования, которая в этом эксперименте считается точкой эквивалентности.

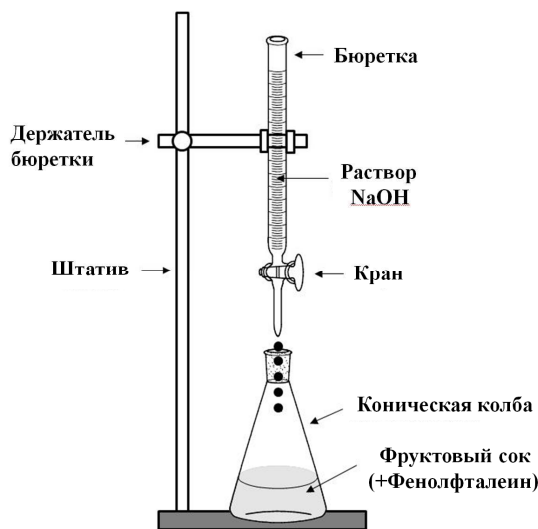


Рис. П-2. Экспериментальная установка для кислотно-основного титрования

Так как количество  $H^+$  в лимонной кислоте фруктового сока точно такое же, как количество  $OH^-$ , содержащихся в добавленном до конца титрования объеме раствора NaOH, можно рассчитать концентрацию кислоты. Помните, молярная концентрация (моль/л) вычисляется следующим образом:

$$c(M) = \frac{\text{Количество вещества в растворе (моль)}}{\text{Объем раствора (л)}} \quad (2)$$



## ЗАДАНИЯ

Можете считать, что единственной кислотой, которая содержится в яблочном соке, является лимонная.

Молярность  $\text{OH}^-$  равна молярности  $\text{NaOH}$ , так как  $\text{NaOH}$  в водных растворах полностью (на 100%) диссоциирует на ионы. Следовательно, по молярности  $\text{NaOH}$  вы можете рассчитать количество молей  $\text{OH}^-$ . Так как количество молей  $\text{OH}^-$  известно, то, в соответствии с уравнением реакции между лимонной кислотой и  $\text{NaOH}$  (1), можно рассчитать количество молей лимонной кислоты.

Для этого эксперимента вам даны два фруктовых сока: мандарина и яблока. Вы должны определить процентное содержание лимонной кислоты в каждом соке. Процентная концентрация (массовая доля) рассчитывается следующим образом:

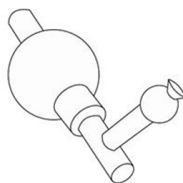
$$\text{Массовая доля (\%)} = \frac{\text{Масса вещества в растворе}}{\text{Масса раствора}} \times 100\% \quad (3)$$

## 2. Материалы

Оборудование	Реагенты
50-мл бюретка	0.100 М раствор $\text{NaOH}$
Штатив и зажим для бюретки	1% индикатор фенолфталеин
10 мл пипетка и груша	Дистиллированная вода
100 мл коническая колба	Фруктовые соки (мандарина и яблока)
1 л емкость для слива	
Воронка	
Капельница	



Пипетка



Груша для  
пипетки



Воронка



Капельница



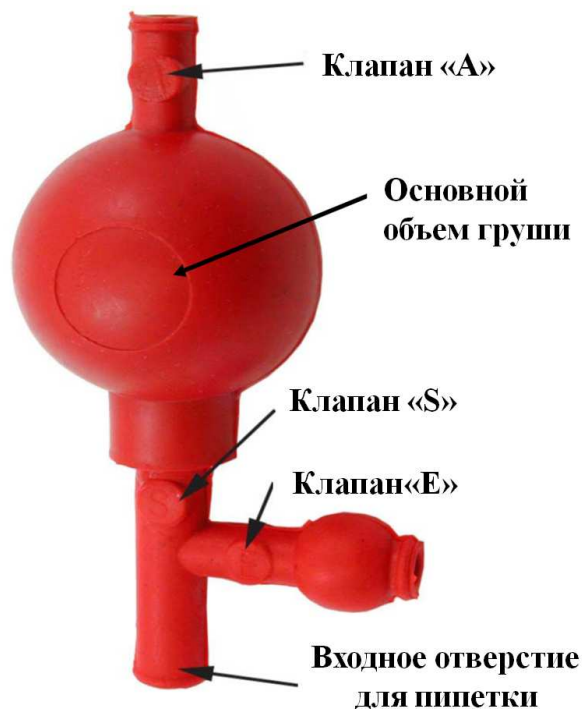
## **ЗАДАНИЯ**

### **Инструкция к автоматической груше**

1. Аккуратно, не торопясь, поместите верхнюю часть пипетки во входное отверстие автоматической груши.
2. Удалите часть воздуха из груши путем нажатия клапана "А" с одновременным сжатием основного объема груши. Для большего объема пипетки выпустите большую часть воздуха из груши.
3. Опустите конец пипетки в раствор, который необходимо отмерить.
4. Наберите жидкость в пипетку до необходимого уровня путем нажатия клапана "S". Разрежение, возникающее в основном объеме груши, вызывает подъем жидкости в пипетке.

Будьте осторожны, не допускайте попадания жидкости внутрь груши.

5. Нажатие клапана "Е" позволяет выпустить жидкость с требуемой скоростью до требуемого уровня.
6. Для удобства работы набирайте жидкость выше нулевой отметки (клапан "S"), а затем опустите уровень к нулевой отметке (клапан "Е"). После заполнения пипетки до требуемого уровня перенесите содержимое пипетки с помощью клапана "Е".





## ЗАДАНИЯ

---

### 3. Методика эксперимента

→ **Перед началом эксперимента прочитайте инструкцию к автоматической груше; при необходимости потренируйтесь, наполняя пипетку дистиллированной водой**

1. Взболтайте бутылку с соком. Пипеткой на 10 мл перенесите сок мандарина в чистую коническую колбу.
2. Немедленно промойте пипетку дистиллированной водой.
3. Добавьте пипеткой около 10 мл дистиллированной воды в коническую колбу с ранее добавленным соком.
4. Добавьте шесть капель индикатора фенолфталеина в колбу.
5. Тщательно перемешайте полученную смесь круговыми движениями.
6. Заполните бюретку 0,100 М раствором NaOH, используя воронку.
7. Откройте кран бюретки, чтобы вытекающий в емкость для слива раствор NaOH вытеснил воздух из кончика бюретки.
8. Запишите на **Листе ответов (II-1)** начальное значение уровня раствора NaOH в бюретке с точностью до второго знака после запятой.
9. Поместите коническую колбу под бюретку и медленно добавляйте раствор NaOH в колбу.
10. При появлении малиновой окраски раствор NaOH следует добавлять медленнее. Титровать раствором гидроксида натрия следует до достижения точки эквивалентности. (Изменение цвета остается, по крайней мере, в течение 30 с.)
11. Запишите на **Листе ответов (II-1)** конечное показание бюретки с точностью до второго знака после запятой.
12. Промойте колбу дистиллированной водой.
13. Повторите пункты 1 – 12 еще три раза.
14. Повторите пункты 1 – 12 для яблочного сока 4 раза..
15. Ответьте на вопросы, используя свои результаты.



## ЗАДАНИЯ

---

### 4. Задания [13 баллов]

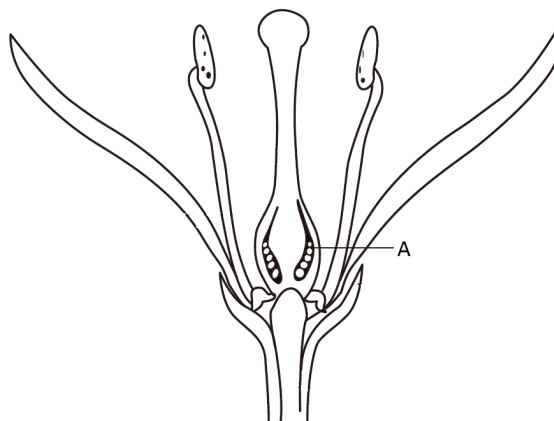
- II-1. [7.0 баллов]** Вычислите объем (в мл) раствора NaOH, необходимого для каждого титрования, а также средние значения объемов щелочи для титрования мандаринового и яблочного соков.
- II-2. [2.0 балла]** Рассчитайте средние значения количества молей NaOH, необходимых для титрования лимонной кислоты в мандариновом и яблочном соках.
- II-3. [2.0 балла]** Рассчитайте количества молей и значения масс (в граммах) лимонной кислоты в 10 мл соков мандарина и яблока. (Атомные массы C, H и O равны 12, 1 и 16 г/моль, соответственно.)
- II-4. [2.0 балла]** Рассчитайте процентное содержание лимонной кислоты в соках мандарина и яблока. Примите плотность каждого сока равной  $1,00 \text{ г/см}^3$ .



## ЗАДАНИЯ

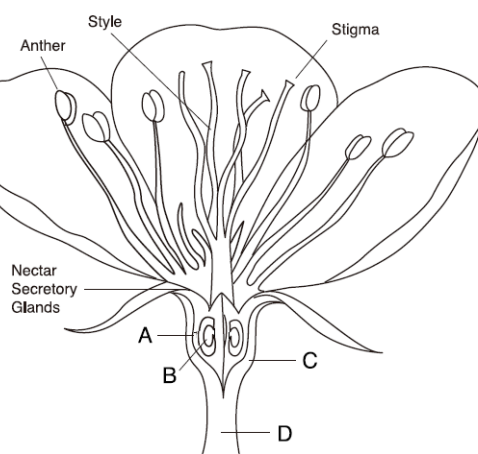
### Эксперимент III. Анатомия и классификация плодов и семян

**III-1. [1.0 балл]** На рисунке представлено схематическое изображение цветка лимона.



Разрежьте плод цитруса поперек примерно посередине и **зарисуйте** срез. **Отметьте** местоположение структур(ы), происходящих из образований, обозначенных на схеме буквой А.

**III-2. [2.5 балла]** На рисунке представлено схематическое изображение цветка яблони.



Разрежьте яблоко вдоль на две приблизительно равные половины и **зарисуйте** срез. **Отметьте** местоположение тканей, происходящих из структур, обозначенных на схеме буквами А, В, С и D.





## ЗАДАНИЯ

**III-3.** Покрытосеменные растения известны также как Цветковые растения. Для них характерны: наличие цветка, присутствие эндосперма в семенах и формирование плодов, содержащих семена. Типичный плод имеет стенку, называемую перикарпием, которая, в свою очередь, состоит из экзокарпия, мезокарпия и эндокарпия. К примеру, если вы разрежете яблоко вдоль на две половинки, то увидите кожицу (экзокарпий), мякоть (мезокарпий) и жесткие чешуйки (эндокарпий). Под эндокарпием находятся семена, которые формируются из семязачатков цветка. Плоды можно классифицировать по следующей незаконченной схеме:

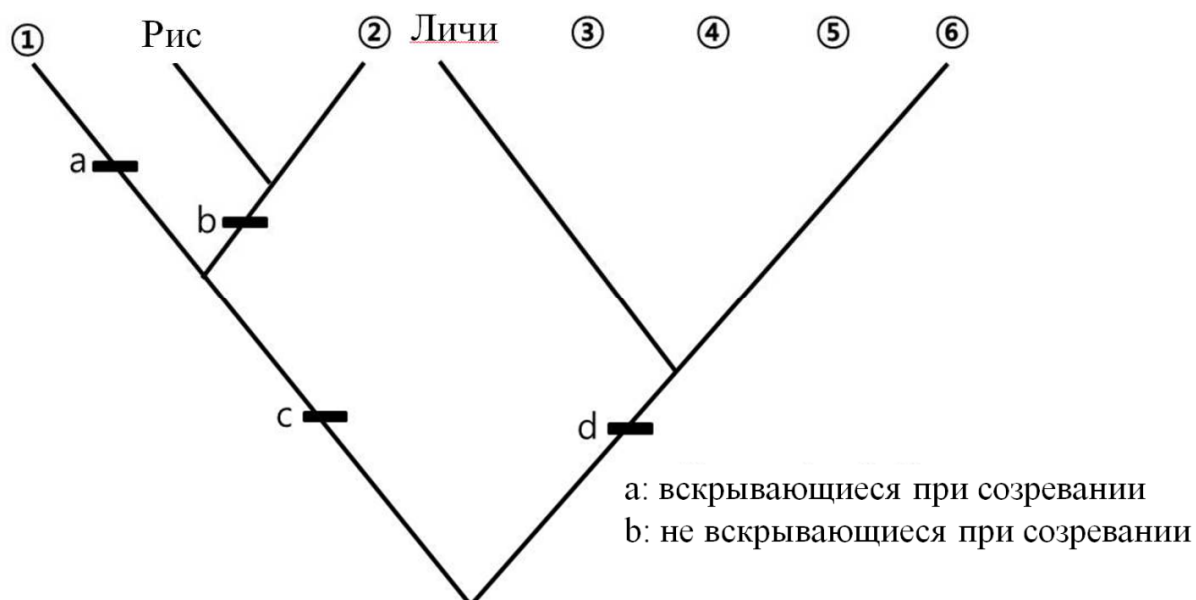


Рисунок III-1. Схема классификации для восьми плодов

**III-3-1. [2.0 балла]** Выберите из Таблицы 1 и запишите букву от (А) до (Н), соответствующую плоду, который должен находиться в положении ① на Рисунке III-1. Сделайте то же для положения ②.

[ Таблица 1 ]

(А) Жёлудь (Acorn)	(В) Яблоко (Apple)	(С) Боб (Bean pod)	(D) Личи (Lychee)
(Е) Лимон (Lemon)	(F) Хурма (Persimmon)	(G) Рис (Rice)	(H) Клубника (Strawberry)

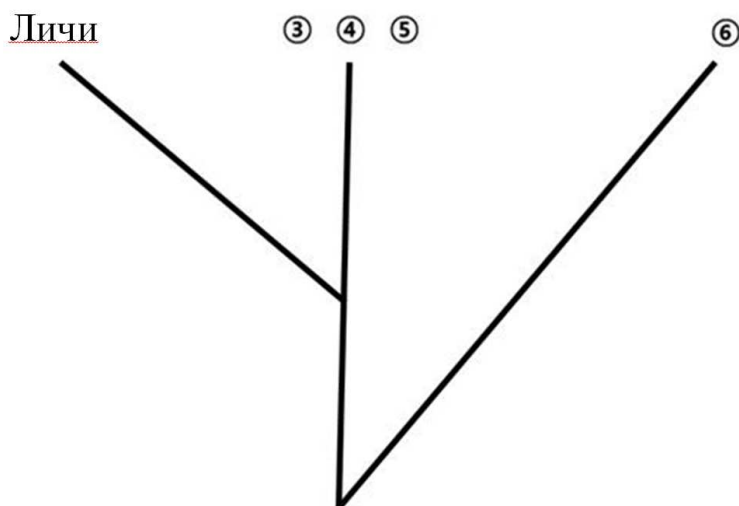
**III-3-2. [2.0 балла]** Выберите из Таблицы 2 сочетания цифр и букв, соответствующие типам плодов 'с' и 'd' на Рисунке III-1 и запишите их на листе ответов. (Буквам 'с' и 'd' может соответствовать только по одному типу плодов).





## ЗАДАНИЯ

**III-3-4. [1.5 балла]** Определите, какие из фруктов Таблицы 1 соответствуют позициям ③, ④, ⑤ и ⑥ в приведенной ниже схеме.



Увеличенный фрагмент Рисунка III-1

Номер	Буква из Таблицы 1
③	
④	
⑤	
⑥	