



Одним из наиболее известных видов биотоплива является этиловый спирт (этанол), основную часть которого получают брожением органических продуктов, содержащих углеводы, например, глюкозу [4]. Биоэтанол как топливо нейтрален в качестве источника парниковых газов. Он обладает нулевым балансом диоксида углерода, поскольку при его производстве путём брожения и последующем сгорании выделяется столько же  $\text{CO}_2$ , сколько до этого было связано из атмосферы использованными для его производства растениями. Существует и синтетический способ получения этанола, заключающийся в гидратации соответствующего углеводорода [5]. В отличие от обычного бензина, этанол не содержит серы, что чрезвычайно важно с точки зрения экологии.

Биодизель также является экологически чистым топливом. Основным компонентом биодизеля являются метиловые эфиры жирных кислот, которые получают из растительных жиров (масел) переэтерификацией метанолом при  $60\text{ }^\circ\text{C}$  в присутствии щелочи [6]. Как показали опыты, при попадании в воду или почву биодизель не причиняет вреда растениям и животным. Кроме того, он подвергается практически полному биохимическому распаду: в почве или в воде микроорганизмы за 28 дней перерабатывают 99 % биодизеля. Точка воспламенения для биодизеля превышает  $100\text{ }^\circ\text{C}$ , что позволяет назвать биотопливо относительно безопасным веществом.

1. Приведите уравнения реакций получения водорода, обозначенных в условии задачи цифрами [1-3]. Газовую смесь, образующуюся в реакциях [1] и [2], в промышленности часто используют и для получения других ценных продуктов. Напишите уравнение реакции, протекающей при пропускании этой смеси над катализатором: нагретой до  $250\text{ }^\circ\text{C}$  смесью  $\text{CuO}$  и  $\text{ZnO}$  под давлением 70 атм.
2. Приведите уравнения реакций получения этанола [4, 5]. В каких условиях проводят реакцию [5]?
3. Изобразите общую структурную формулу жиров и напишите уравнение реакции получения биодизеля [6] в общем виде. Приведите структурную формулу олеиновой (*цис*-октадецен-9-овая) кислоты и ее метилового эфира.
4. Напишите уравнения реакций сгорания бензина, водорода, этанола и биодизеля и оцените их тепловые эффекты. Можно принять, что бензин состоит из октана, а основным компонентом биодизеля является метиловый эфир олеиновой кислоты. Нужные Вам для расчетов теплоты образования составляют (кДж/моль): октана 208; воды (газ) 242;  $\text{CO}_2$  394; этанола 235; биодизеля 1304.
5. Оцените объемы (л) жидкого водорода, спирта и биодизеля ( $\rho = 0,07, 0,789$  и  $0,879\text{ г/см}^3$ , соответственно), которые понадобятся, чтобы доехать из Новосибирска до Москвы, если расстояние между нашими городами 3500 км, а машина в среднем расходует 10 л бензина ( $\rho = 0,703\text{ г/см}^3$ ) на 100 км.

### Задание 3.

Единственное в России крупное предприятие по извлечению и переработке солей довольно редкого металла **М** находится в Сибири, в г. Новосибирске и называется ЗАО «Завод редких металлов». Завод, в частности, производит такие соли **М** как ацетат и формиат, лактат и бензоат, дигидрофосфат и хлорат, гексафторосиликат и тиоцианат, молибдат, додекагидрат его двойного сульфата с алюминием (квасцы) и многие другие.



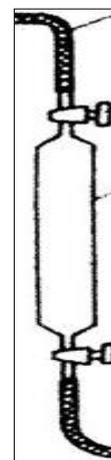
Металл **М** был открыт в 1860 году немецкими учёными Р. В. Бунзеном и Г. Р. Кирхгофом в водах минерального источника методом спектрального анализа. В металлическом состоянии он впервые был выделен в 1882 году шведским химиком К. Сеттербергом при электролизе расплава смеси его цианида с цианидом бария. Температура плавления **М** близка к комнатной, и не очень чистый металл при нормальных условиях может оказаться жидким. Чистый **М** – очень мягкий вязкий металл, активность которого настолько высока, что он самовоспламеняется на воздухе и взрывается при контакте с водой. Его расплав легко реагирует с аммиаком и даже углекислым газом.

Несмотря на сообщения, встречающиеся в средствах массовой информации, обычный, природный **М** и его соединения не радиоактивны. Радиоактивен только искусственно получаемый изотоп  $^{137}\text{M}$ , который претерпевает бета-распад (период полураспада 30,17 лет) с образованием устойчивого изотопа другого элемента.

1. Допустив, что металл **M** одновалентен, напишите формулы солей, производимых на заводе (например, хлорид –  $MCl$  и т.д.). Для органических солей приведите названия соответствующих им кислот и их структурные формулы.
2. Напишите уравнение реакции ядерного распада изотопа  $^{137}M$  и назовите металл, о котором идет речь в задаче. Рассчитайте, сколько г изотопа  $^{137}M$  останется в образце, который пролежал в хранилище ядерных отходов 90,5 лет, если в момент захоронения он содержал 1,2 г этого изотопа.
3. Напишите уравнения реакций, с помощью которых в задаче охарактеризована химическая активность **M** (4 реакции), а также уравнения реакций, протекавших на катоде и аноде у Сеттерберга.
4. Основной природный источник **M** – минерал поллуцит состава  $M_xNa_{1-x}[AlSi_2O_6] \cdot H_2O$ , из которого Новосибирский завод и получает все соединения этого металла. Рассчитайте предельные значения  $x$  (с точностью до сотых), если известно, что содержание оксида **M** в минерале колеблется от 26 до 32 масс. %.
5. Существует несколько лабораторных методов получения **M**: нагрев смеси хлорида **M** и кальция; нагрев в вакууме смеси хромата **M** с цирконием; разложение азида **M** в вакууме. Напишите уравнения этих реакций.

#### Задание 4.

Студенты Даша и Гоша выполняли лабораторную работу по получению хлора. Они обрабатывали перманганат калия концентрированной соляной кислотой, а хлор, пропущенный через склянку с концентрированной серной кислотой, собирали в одинаковые газовые пипетки (это такая трубка с двумя краниками, см. рис.) объемом 0,480 л, предварительно их взвесив. Массы пипеток с воздухом у каждого составляли по 150,60 г. Оба закрепили свои пипетки в штативе вертикально, но один из них присоединил шланг от прибора с хлором к верху пипетки, открыв оба краника, а второй – к низу (краники, правда, тоже открыл). По окончании опыта, закрыв краники и отсоединив шланги, они снова взвесили пипетки. Масса пипетки с хлором у Даши составила 151,43 г, а у Гоши 151,17 г. Когда же они стали вычислять молярные массы собранного газа (молярный объем газа при температуре опыта составляет 24,0 л/моль), у Даши вышло 41,5 г/моль, а у Гоши 57,5 г/моль. Немного удивившись своим ответам, они сверили их, и поразились еще больше. После этого они решили определить химически, сколько же именно хлора каждому из них удалось собрать в пипетке. По результатам анализа оказалось, что Даша набрала в пипетку 0,0199 моль хлора, а Гоша 0,0136 моль.



1. Что именно могло удивить Дашу и Гошу в своих ответах, и чему они поразились, когда их сверили? Оба студента неправильно рассчитали молярную массу газа, содержащегося в пипетке, или только один из них? Попробуйте повторить их расчеты, и тогда Вам будет легче ответить на вопрос, почему они получили «неправильные» ответы. Известно, что арифметических ошибок студенты не допускали.
2. Рассчитайте объемную долю хлора в каждой из пипеток после опыта. Кто из студентов присоединил шланг от прибора с хлором к низу пипетки? Кстати, один из них на предыдущем занятии получал водород. Как Вы думаете, кто именно? Обоснуйте свои ответы.
3. Напишите уравнение реакции, по которой Даша и Гоша получали хлор. Когда они стали мыть посуду, на стенках реактора оставался бурый налет, не смывавшийся водой. Что это за налет, как он получился, и чем его можно отмыть (уравнения реакций)?
4. Предложите методику определения количества хлора, собранного студентами в пипетки (с уравнениями реакций).