

**РЕШЕНИЕ к ЗАДАНИЯМ**  
**муниципального этапа Интеллектуальной Олимпиады**  
**Приволжского федерального округа среди школьников**  
**«РЕШЕНИЕ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ»**  
**2021-2022 учебного года**

**Максимальное количество баллов – 53 балла**

**БИОЛОГИЯ**

**ЗАДАЧА...** Однажды к зоологу С. Маслову зашел Д. Афанасьев, аспирант кафедры высшей нервной деятельности. Он собирался заниматься гипотермией у птиц и искал подходящую модель.

- Чепуха, понимаешь ли, какая-то получается, - жаловался Дима.- Держу стриженого голубя в холодильнике при минус 20 градусах с вентилятором. Через 15 минут измеряю его температуру: на 5-6 градусов снижена. Вот, думаю, и модель гипотермии! Так нет же, на другой день охлаждаю того же голубя еще раз, а он там битый час сидит – и хоть бы что, никакой гипотермии нет и в помине!

И действительно – нет ничего более жалкого, чем голубь без перьев. Дрожащий иссиня-красный комочек, стыдливо переминающийся с ноги на ногу и посматривающий с укоризной на своих мучителей. Нет, такой не вынесет двадцатиградусного мороза с ветром!

Спустя полчаса после начала опыта из холодильника вынули полумертвую птицу с температурой тела около 30 градусов вместо нормальной для голубя 41,5. Если продлить опыт, то несчастное животное просто умрет. Нужно дать ему время на передышку.

На следующий день поведение голубя разительно отличалось от той трагической картины, что наблюдалось накануне. Снизив температуру на 2-3 градуса, голубь умудрился каким-то образом остановить дальнейшее остывание тела. Через три часа после начала охлаждения в холодильнике голубь вел себя вполне бодро и как-то агрессивно посматривал на экспериментаторов из своего ледяного плена.

Подобное явление было открыто позднее Г. Грав и А. Бликс на детенышах северных морских котиков.

- 1) Дайте объяснение открытому явлению. **(5 баллов)**
- 2) Какой молекулярный механизм, сработавший в клетках, позволил голубю бодро выдержать повторное охлаждение? **(10 баллов)**
- 3) А если бы голубя не остригли, возможно ли было открытие данного молекулярного механизма (явления) и почему? **(5 баллов)**

**Решение.**

1) Произошла холодовая адаптация голубя, усиление термогенеза в мышечных митохондриях в ответ на воздействие низких температур.

2) Охлаждаясь впервые голубь не успевал отключить синтез АТФ и погиб бы, если охлаждение не прекратилось бы. При повторном охлаждении

произошла адаптационная реакция – митохондрии переключились на так называемый «холостой ход». Произошло разобщение дыхания и фосфорилирования в митохондриях мышечных клеток голубя. Дыхание отключается от синтеза АТФ. Энергия больше не накапливается, а превращается немедленно в тепло. Природными разобщителями могут выступать жирные кислоты. Разобщители в митохондриях обеспечивают возвращение протонов из межмембранного пространства обратно в матрикс, минуя протонный канал АТФ-синтазы. АТФ не синтезируется, а энергия мембранного потенциала рассеивается в виде тепла.

3) Оперение у птиц выполняет функцию так называемой физической терморегуляции. Если бы голубя не остригли, то открытие явления разобщения дыхания и фосфорилирования не состоялось бы. Голубь в условиях низких температур поддерживал бы терморегуляцию благодаря своему оперению.

**Максимальное количество баллов за задачу – 20 баллов.**

### **ФИЗИКА**

**ЗАДАЧА.** Охотники разбили палатку, которая сверху покрыта шерстяными одеялами, а пол застелен теплонепроницаемым войлоком. Один спящий охотник начинает мерзнуть в палатке при уличной температуре воздуха  $t_1 = 10^\circ\text{C}$ . Два спящих охотника начинают мерзнуть в этой палатке при уличной температуре воздуха  $t_2 = 4^\circ\text{C}$ . При какой температуре воздуха  $t_0$  охотники начинают пользоваться палатками? При какой температуре воздуха  $t_3$  в той же палатке станет холодно трем охотникам? Считайте, что количество теплоты, теряемой палаткой в единицу времени, пропорционально разности температур воздуха внутри и снаружи.

#### **Решение.**

Охотники начинают пользоваться палатками, когда начинают мерзнуть на улице, то есть при температуре воздуха  $t_0$ . Охотникам станет холодно в палатке, когда температура в ней опустится ниже  $t_0$ .

Пусть  $N$  - тепловая «мощность» одного охотника,  $t_i$  - температура уличного воздуха, при которой в палатке станет холодно  $i$  охотникам, тогда уравнение теплового баланса для палатки имеет вид

$$iN = k(t_0 - t_i),$$

где  $k$  - коэффициент, который зависит только от свойств палатки. Слева в уравнении стоит суммарная тепловая мощность, а справа – мощность теплоотдачи в окружающую среду. Запишем это уравнение конкретно для каждого случая:

$$N = k(t_0 - t_1),$$

$$2N = k(t_0 - t_2),$$

$$3N = k(t_0 - t_3).$$

Решая систему, находим,

$$t_0 = 2t_1 - t_2 = 16^\circ \text{C}$$

$$t_3 = 2t_2 - t_1 = -2^\circ \text{C}.$$

#### **Примерные критерии оценивания.**

1. Записано уравнение теплового баланса в общем виде – 2 балла.
2. Записана система уравнений для каждого случая – 2 балла.
3. Найдена температура  $t_0$  - 3 балла.
4. Найдена температура  $t_3$  - 3 балла.

**Максимальное количество баллов за задачу – 10 баллов**

### **ХИМИЯ**

**ЗАДАЧА.** За последние годы ассортимент и производство молока и молочных товаров значительно увеличились. Молоко и молочные продукты пользуются стабильным спросом и в продаже находятся сотни их наименований, многие из которых активно рекламируются. Поэтому проблемы с проведением экспертизы подлинности всех видов молока и молочных продуктов весьма актуальны. Основной задачей установления фальсификации является определение подделки подлинного молока с помощью различного рода пищевых или непищевых добавок для изменения качественных показателей, органолептических и других свойств продукта.

2.1. Одним из способов фальсификации молока является его разбавление, а чтобы прозрачность молока не увеличивалась, в него добавляют крахмал. Как распознать фальсификацию молока?

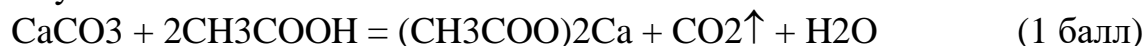
2.2. Для сохранения консистенции и непрозрачности в разбавленное молоко добавляют мел. Как в этом случае распознать фальсификацию молока?

2.3. Свежесть молока определяется степенью его скисания. При хранении в результате молочнокислого брожения в нем образуется молочная кислота ( $\text{CH}_3\text{-CHON-COOH}$ ). рН свежего молока составляет 6,3-6,7. Если молоко начинает скисать, содержание молочной кислоты увеличивается. Чтобы незаметно было, что молоко прокисло, в него добавляют питьевую соду. Почему при добавлении соды в кислое молоко невозможно органолептически определить несвежесть молока? Как можно выявить наличие соды в молоке?

#### **Решение.**

2.1. Наличие примеси крахмала обнаруживается путем добавления к молоку нескольких капель раствора йода. При наличии крахмала появится синее окрашивание раствора. Таким образом, качественная реакция на крахмал вскрывает фальсификацию. (1 балл)

2.2. Чтобы выявить присутствие этих примесей в молоке, надо добавить несколько капель какой-нибудь кислоты, например, уксусной. Поддельное молоко в отличие от нефальсифицированного начнет пузыриться от выделения углекислого газа:

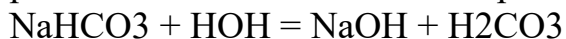


2.3. При добавлении соды в молоко происходит нейтрализация молочной кислоты:



Кислый вкус, обусловленный наличием молочной кислоты, исчезает.

На нейтрализацию молочной кислоты идет только часть гидрокарбоната натрия. Остальная часть соды гидролизуеться:



С помощью универсальной индикаторной бумагой надо измерить рН молока. В присутствии гидрокарбоната натрия рН примерно 9,0. Или можно использовать индикатор фенолфталеин, который в присутствии соды в молоке изменит свою окраску на малиновую, что является подтверждением щелочной среды. Таким образом, для обнаружения в кислом молоке соды необходимо проверить среду раствора. (1 балл)

**Максимальное количество баллов за задачу – 3 балла**

**Практическое задание «МЧС предупреждает» – 20 баллов**