

**5-я МЕЖДУНАРОДНАЯ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ
ОЛИМПИАДА ЮНИОРОВ**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
11 декабря 2008**

IJSO

International Junior Science Olympiad

2008

7 ~ 16 December 2008

GYEONGNAM KOREA

Внимательно прочитайте следующие инструкции:

1. На выполнение задания отводится три (3) часа.
2. В заданиях три раздела. Убедитесь, что вам выдали полный комплект заданий и листов для ответов.
3. Используйте только выданную вам ручку.
4. Напишите латинскими буквами свои имя и фамилию, код участника, страну и поставьте подпись на первом листе ответов. Напишите свою фамилию и код на всех остальных листах ответов.
5. Внимательно прочитайте каждое задание и запишите ваши результаты на листы для ответов.
6. Участникам олимпиады запрещается приносить с собой какое-либо оборудование. После окончания тура все листы с вопросами и ответами должны остаться аккуратно сложенными на вашем столе.
7. Правила оценивания:
в соответствии с баллами, указанными в заданиях.

ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА

1. Все участники олимпиады должны прибыть к комнате для проведения теоретического 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 место, обозначенное табличкой с его именем.
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 сигнала тревоги. Если последнее происходит, 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

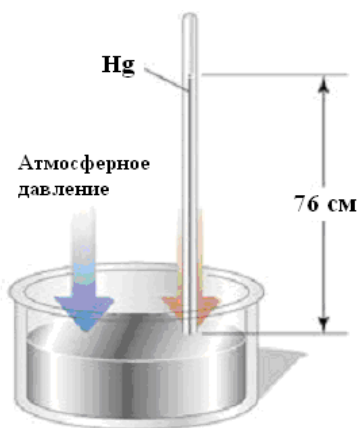
ответов после окончания тура. Все участники олимпиады должны тихо покинуть комнату. Листы с заданиями и ответами должны быть аккуратно сложены на своем столе.

Задание I

Давление

В 1643 Торричелли взял метровую трубку, запаял ее с одного конца, наполнил ее ртутью и поставил вертикально в сосуд с ртутью. Столбик ртути опустился до уровня 76 см выше уровня ртути в сосуде, а над ним возникла «Торричелева» пустота. После этого открытия приняли, что 1 атм (атмосферное давление) эквивалентно 760 мм рт ст или 760 Торр.

По определению давление – это сила, приложенная к единичной площадке перпендикулярно ее поверхности. Считайте, что плотность ртути в 13,6 раз больше плотности воды ($1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$), а g равно $9,8 \text{ м/с}^2$.



I-1) Выразите единицу давления через кг, м, с. (0,3 балла).

I-2) Определите высоту столба воды, если её использовать вместо ртути в опыте Торричелли с достаточно длинной трубкой (внешнее давление равно 1 атм).

(0,5 балла).

I-3) Чему равна 1 атм в единицах СИ. (0,5 балла).

Давление крови

Давление крови определяется силой, с которой циркулирующая кровь действует на единицу площади стенок кровеносных сосудов и служит одним из важнейших параметров жизнедеятельности. Под термином давление крови понимается артериальное давление, т.е. давление в больших артериях (кровеносных сосудах, уносящих кровь от сердца). В течение сердечного цикла артериальное давление достигает своего максимального и минимального значений, называемых систолическим и диастолическим. Для здорового человека они равны

примерно 120 мм рт ст (систолическое), и 80 мм рт ст (диастолическое) и измеряются на уровне сердца.

I-4) Предположим, что пилот со здоровым сердцем движется с ускорением вверх (направленным от ног к голове). **Оцените минимальное ускорение, при котором мозг пилота полностью перестает снабжаться кровью.**

(Считайте, что: 1. давление крови не меняется; 2. плотность крови равна плотности воды; 3. мозг расположен на 42 см выше сердца; 4. давление воздуха в кабине пилота остается постоянным).

(1,2

балла).

I-5) Сердце качает кровь в аорту (главную артерию) с внутренним радиусом 1,2 см. Из аорты кровь расходится по 32 большим артериям. **Оцените скорость крови в артериях,** если скорость крови в аорте равна 25 см/с. (Считайте кровь несжимаемой невязкой жидкостью. Примите внутренний радиус каждой артерии равным 0,2 см).

(1,0 балл).

Закон Пуазейля

В действительности кровь – это вязкая жидкость. Расход вязкой жидкости $\Delta V/\Delta t$, протекающей через горизонтальную цилиндрическую трубку, определяется формулой

$$\Delta V/\Delta t \propto \Delta P r^4,$$

где r и ΔP - это внутренний радиус трубки и разность давлений на ее концах, соответственно.

I-6) Кардиолог сообщил пациенту, что радиус одной из главных артерий уменьшился на 10,0% по сравнению с нормальным. **На сколько процентов необходимо увеличить перепад давлений на концах артерии, чтобы поддерживать нормальный поток крови через нее?**

(1,0 балл).

Электрическая аналогия

В определенном смысле кровеносная система аналогична электрической цепи. Ниже приведена таблица соответствия между элементами кровеносной системы и элементами электрической цепи.

I-7) В листе ответов установите соответствия между буквами от (А) до (Е) и цифрами от 1 до 5. (0,2 балла за каждое).

Кровеносная система	Электрическая цепь
Сердце	(А)
Кровь	(В)
Давление крови	(С)
Кровеносный сосуд	(D)
Поток крови	(Е)

1	Заряд
2	Напряжение
3	Провод
4	Батарейка
5	Электрический ток

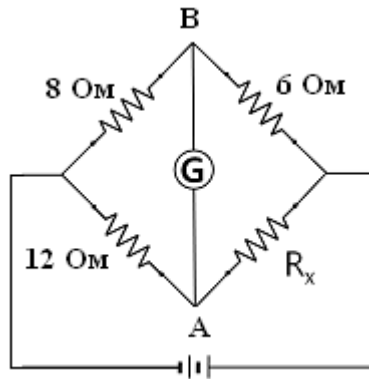
Правила Кирхгоффа для цепи

Согласно этой аналогии мы можем понять правила Кирхгоффа для цепей.

1. Сумма токов, втекающих в узел равна сумме токов, вытекающих из него.
2. Для замкнутого контура в цепи алгебраическая сумма падений напряжений равна нулю.

Используя правила Кирхгоффа, решите следующие задачи.

Мост Уитстона – это электрическая цепь, используемая для измерения сопротивления неизвестных резисторов. Мост, изображенный на рисунке, сбалансирован: ток не течет через гальванометр (амперметр G). (Считайте гальванометр идеальным: его сопротивление пренебрежимо мало по сравнению с сопротивлением других резисторов).



I-8) Какова разность потенциалов (напряжение) между точками А и В? (0,5 балла).

I-9) Чему равно сопротивление резистора R_x ? (0,5 балла).

В качестве резистора R_x взяли сопротивление 6 Ом. Тогда сила тока через гальванометр стала равной 0,2 А. Ток потек в направлении от точки А к В.

I-10) Каково напряжение между точками А и В? (0,5 балла).

I-11) Чему равна ЭДС батареи? (1,5 балла).

I-12) Каким станет напряжение между точками А и В, если отсоединить гальванометр? У какой из этих точек потенциал будет выше? (1,5 балла).

Задача II

Различные источники энергии

Бензин, представляющий собой смесь углеводородов, обычно используют в качестве автомобильного топлива. Главный компонент бензина – октан.

Сжиженный нефтяной газ (СНГ) является смесью углеводородов с низкой молекулярной массой, переведенных в жидкость под высоким давлением. СНГ - это смесь пропана и бутана в различных соотношениях.

Сжиженный природный газ (СПГ), состоит, главным образом, из метана.

Эти газы могут быть использованы в качестве источников энергии, так как при их сгорании в кислороде (O_2) выделяется большое количество теплоты. В следующей таблице

представлены необходимые данные об этих видах топлива. (Считайте, что все газы идеальные и объемы жидкостей не изменяются с температурой).

Топливо	Основной компонент	Химическая формула	Плотность жидкости (кг/л)	Теплота сгорания (кДж/кг)
Бензин	Октан	C_8H_{18}	0,70	44 000
СНГ (сжиженный нефтяной газ)	Пропан	C_3H_8	0,50	46 000
	Бутан	C_4H_{10}	0,57	46 000
СПГ (сжиженный природный газ)	Метан	CH_4	0,42	54 000

II-1) В одних странах эффективность двигателя определяется количеством топлива, потребляемого на 100 км пробега автомобиля, а в других – расстоянием, пройденным автомобилем при сжигании 1 л топлива. Некоторый автомобиль потребляет 13 л на 100 км. **Вычислите расстояние, которое может проехать этот автомобиль, используя в качестве топлива 1 л жидкого СНГ.** При расчетах примите, что СНГ состоит из чистого пропана и эффективности двигателя для бензина и СНГ одинаковы. (2,5 балла).

II-2) СПГ обычно хранится в жидком состоянии при очень низкой температуре. Какой объем газа образуется при испарении 1 мл жидкого СПГ при температуре 25 °С и давлении 1 атм? Считайте, что СПГ чистый метан. (1,0 балл).

II-3) СНГ обычно представляет собой смесь пропана и бутана в различных пропорциях. В цилиндре двигателя содержится смесь пропана и бутана в массовом соотношении 3:2. **Какой будет плотность газовой смеси при давлении 1 атм и температуре 25 °С, когда СНГ в цилиндре полностью испарится?** (1,5 балла).

II-4) При полном сгорании углеводородного топлива образуются углекислый газ (CO_2) и водяной пар. **Напишите химическое уравнение полного сгорания октана.** (1,0 балл).

II-5) CO_2 , выделяющийся при сгорании топлива, является одним из главных газов, приводящих к парниковому эффекту. Пусть при сгорании октана или метана выделяется по 1 кДж энергии. **Какая масса CO_2 образуется при сгорании каждого вида топлива?** Считайте, что оба топлива сгорают полностью. (2,5 балла).

II-6) Поскольку запасы природного топлива исчерпаемы и их использование вызывает

экологические проблемы, предпринимается много усилий для использования солнечной энергии как экологически чистого вида топлива. Солнечная батарея – это устройство, преобразующее энергию солнечного излучения в электрическую энергию. Необходимо получить за 1,0 час от солнечной батареи количество энергии, равное энергии сгорания 1,0 л бензина. **Рассчитайте минимальную площадь поверхности такой солнечной батареи**, если мощность солнечного излучения, падающего на $1,0 \text{ м}^2$ поверхности Земли равна 1 000 Вт, а КПД солнечной батареи равен 20%. (1,5 балла).

Справочные данные:

Атомные массы: H = 1, C = 12, N = 14, O = 16 а.е.м.

Газовая постоянная $R = 0.082 \text{ л} \cdot \text{атм} \cdot \text{моль}^{-1} \text{ К}^{-1} = 8.3 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$

Молярный объем газа при температуре $25 \text{ }^\circ\text{C}$ (комнатная температура) и давлении 1 атм равен $24,5 \text{ л/моль}$ ($24,5 \text{ дм}^3/\text{моль}$).

Задание III

Фотопериодизм и контроль за цветением

Фактором среды, который растения чаще всего используют для определения времени года, является фотопериод – относительная продолжительность темного и светлого времени суток. Растения, чье цветение зависит от фотопериода, разделяются на две группы. Одна группа - растения короткого дня - цветут преимущественно в конце лета, осенью и зимой, когда длина светового дня короче. Растения долгого дня, наоборот, цветут, как правило, поздней весной или в начале лета, когда светлое время суток длиннее. В 1940-х годах было обнаружено, что цветение зависит не столько от долготы дня (светлого времени суток), сколько от продолжительности ночи (темного времени суток). Так называемые «короткодневные растения», на самом деле, оказались «долгоночными растениями».

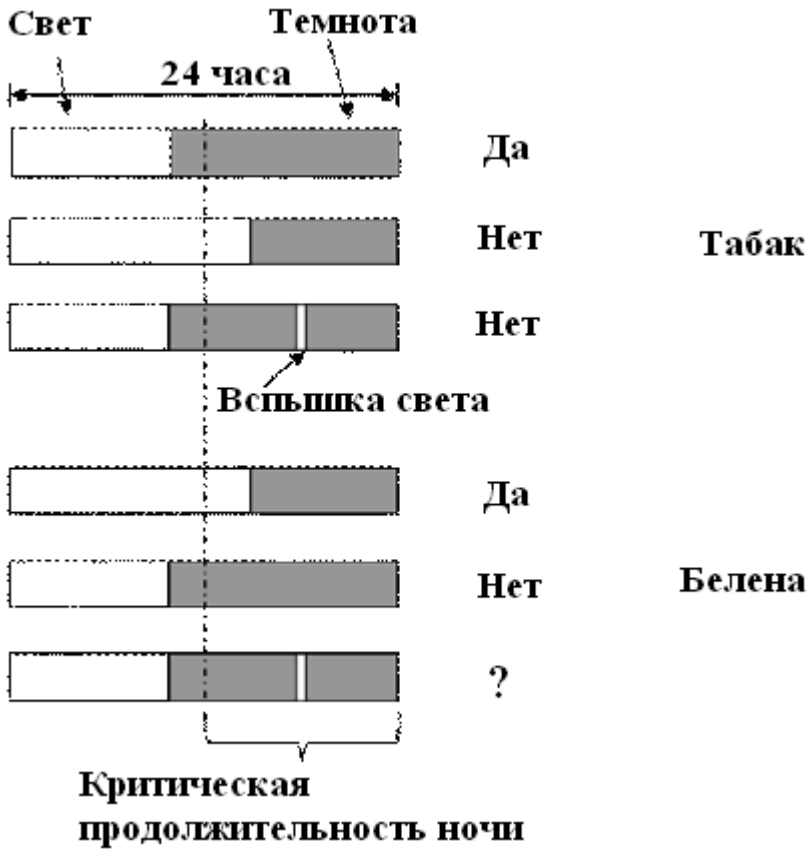
Чтобы начать цветение, короткодневным растениям требуется, чтобы продолжительность ночи превысила определенную для данного вида растений критическую величину. Например, табак (*Nicotiana tabacum*), типичное короткодневное растение, начинает цвести, когда продолжительность ночи равна или больше критической. Долгодневные растения зацветают только когда продолжительность ночи меньше, чем критическая для них величина. Белена (*Hyoscyamus niger*), типичное долгодневное растение, зацветает, если ночь длится не более 14

часов. Растения способны очень точно оценивать продолжительность ночи. Некоторые короткодневные растения не начинают цвести, даже если ночь всего на 10 минут короче необходимой критической величины. Отдельные виды растений каждый год зацветают в один и тот же день.

Для некоторых растений достаточно одного критического фотопериода, чтобы они начали цвести. Но, как было обнаружено, если ночная часть фотопериода прерывается даже на несколько минут слабым освещением, короткодневные растения не зацветают. Хризантема, короткодневное растение, обычно цветет осенью, но её цветение может быть задержано до следующей весны с помощью коротких вспышек красного света, разделяющих каждую длинную ночь на две коротких.

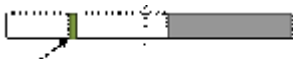
III-1~3. (1,0 балл за каждый ответ)

Рис. 1.



III-1) Будет ли белена цвести, если вспышка света прерывает ночную часть фотопериода, как показано на рис. 1?

III-2) Будет ли табак цвести при условиях, показанных на следующей картинке?



Непродолжительное затемнение

III-3) Будет ли белена цвести при условиях, показанных на следующей картинке?



Непродолжительное затемнение

III-4~5. (1,0 балл за каждый ответ)

Как же растения могут оценивать фотопериод? Пигменты, называемые «фитохромами»,

отчасти позволяют дать ответ на этот вопрос. Фитохром является фоторецептором, реагирующим на красный свет. Известно, что именно красный свет наиболее эффективен для прерывания критической длины ночи. Светочувствительная часть фитохрома представляет собой участок молекулы, который может переходить из одной изомерной формы в другую, в зависимости от длины волны поглощенного света. Изомерная форма P_r имеет максимум поглощения в красной части спектра (длина волны 660 нм), а изомерная форма P_{fr} поглощает, в основном, в инфракрасной области (длина волны 730 нм). Эти изменения изомерной формы молекулы (рис. 2а) используются для запуска различных светозависимых процессов у растения, в том числе цветения короткодневных и длиннодневных растений.

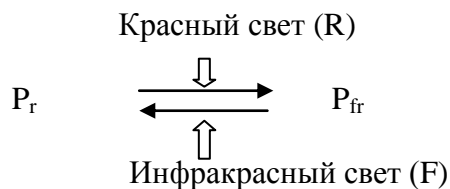


Рис. 2а.



Как показано на рис. 2с, если за вспышкой красного света (R) в темноте последует вспышка инфракрасного света (F), короткодневные растения будут цвести.

III-4) Будут ли длиннодневные растения цвести так же, как показано на рис. 2с, если за вспышкой красного света (R) в темноте последует вспышка инфракрасного света (F)?

Последовательные вспышки R-F-R дают тот же результат, что и однократное освещение R. При этом, как показано на рис. 2d, короткодневные растения цвести не будут.

III-5) Будут ли длиннодневные растения цвести, если их подвергнуть такому же последовательному освещению R-F-R, как в условиях, показанных на рис. 2d?

III-6, 7. Заполните следующие пробелы значками P_r или P_{fr} . (1,0 балл за каждый ответ).

Ежедневно переходы из P_{fr} в P_r изомерную форму происходят в темноте, наступающей после заката солнца, без какого-либо участия инфракрасного излучения. После восхода солнца большая часть фитохрома быстро переходит из P_r в P_{fr} изоформу, поскольку в солнечном свете больше красной, нежели инфракрасной составляющей.

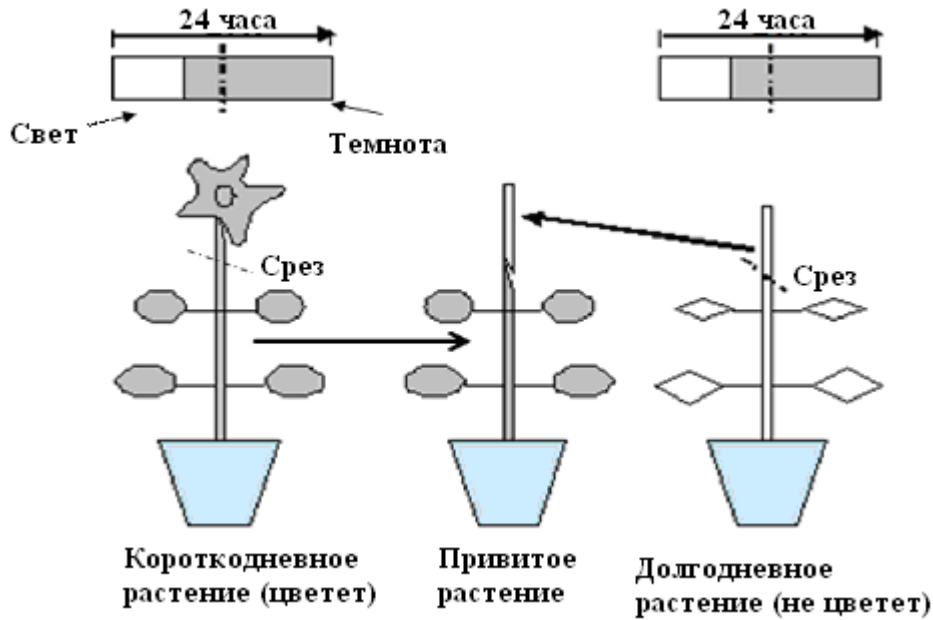
Фитохром помогает растению отличать день от ночи, поскольку фитохром находится в течение дня преимущественно в (III-6. ____) изоформе, а в течение ночи - преимущественно в (III-7. _____) изоформе.

III-8~9 (1,5 балла за каждый ответ).

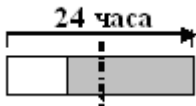
Хотя цветок формируется из верхушечного бутона, изменения фотопериода фиксируются листьями, которые выделяют сигнальные молекулы, а те, в свою очередь, заставляют бутон развиваться в цветок. Известно, что сигнальные молекулы могут распространяться по стеблю. Короткодневные растения в условиях короткого дня будут цвести, а длиннодневные – нет. В следующем классическом эксперименте верхушка длиннодневного растения была привита на стебель короткодневного, как показано на рис. 3.

Дайте ответ на следующие вопросы:

Рис. 3.



III-8. Будет ли цвести привитое растение в условиях, показанных на картинке?



III-9. Будет ли цвести привитое растение в условиях, показанных на картинке?

