

**Олимпиада по естествознанию 2007-ого года.**

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ТУР (теоретическая часть олимпиады)

3 марта 2007 год

**ВОПРОСЫ С ВАРИАНТАМИ ОТВЕТОВ (20 очков)**

**В следующих вопросах обведи кружком правильный вариант или варианты. При ответе очень хорошо подумай, так как при неправильном ответе пункты минусуются! Постарайся избегать исправлений! Если хочешь изменить ответ, рядом напиши, пожалуйста, «ВЕРНЫЙ ОТВЕТ».**

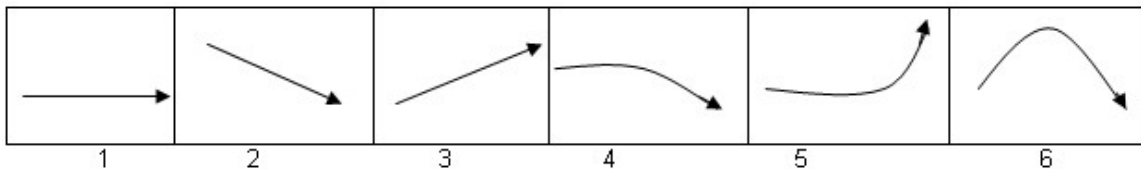
1. В число четырёх химических элементов с самой высокой массовой долей содержания в живых клетках входят:

- a) N, P, K, O
- b) O, C, H, N
- c) C, O, H, Ca
- d) H, C, P, N
- e) O, C, P, H
- f) N, O, S, C
- g) H, C, P, O

2. Какие из следующих утверждений о происхождении человека верны с научной точки зрения?

- a) Все современные люди происходят от общей праматери.
- b) Все современные люди происходят от общего праотца.
- c) Все современные люди происходят от общих праотца и праматери.
- d) Все современные люди происходят от разных прародителей.
- e) Все современные люди происходят из восточной Африки.
- f) Все современные люди происходят из юго-восточной Африки.
- g) Все современные люди происходят из района Средиземноморья.
- h) Современные люди развивались в нескольких частях мира одновременно.

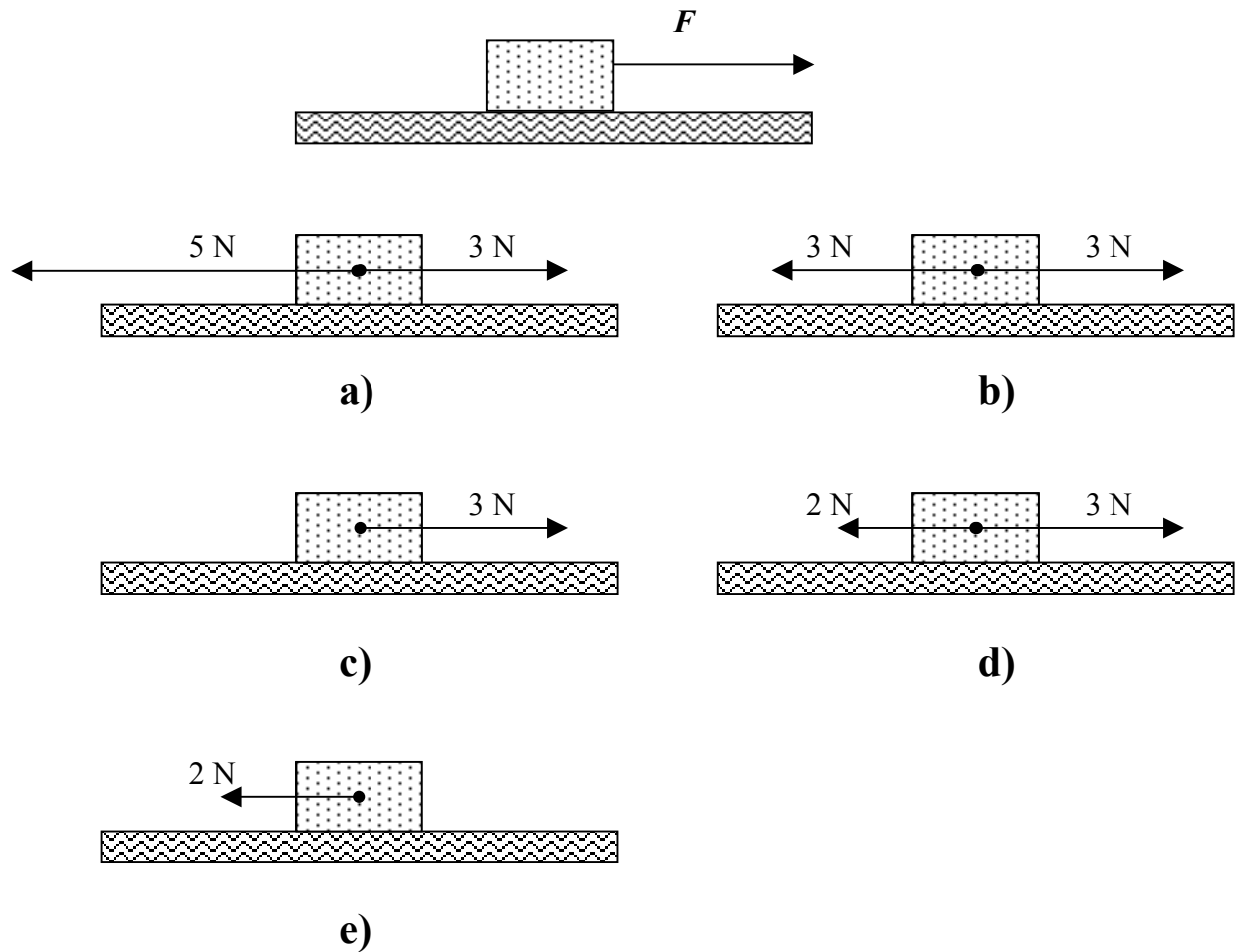
3. На острове живёт два вида крупных млекопитающих – травоядное и хищник. Какой из графиков отражает динамику численности травоядного животного во времени в случае исчезновения из экосистемы хищника, который на него охотился?



- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5
- f) 6
- g) никакой из графиков.

4. На горизонтальном столе находится брусок массой 1 кг, брусок тянут за нитку. Сила, действующая на нить, равна 3 Н (N – Njuuton). Коэффициент трения  $k$  (отношение силы трения к силе давления) между бруском и поверхностью стола равен 0,5. На каком рисунке правильно изображены силы, действующие на брусок в горизонтальном направлении ( $g \approx 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ ).

Обведи кружком правильный вариант ответа.

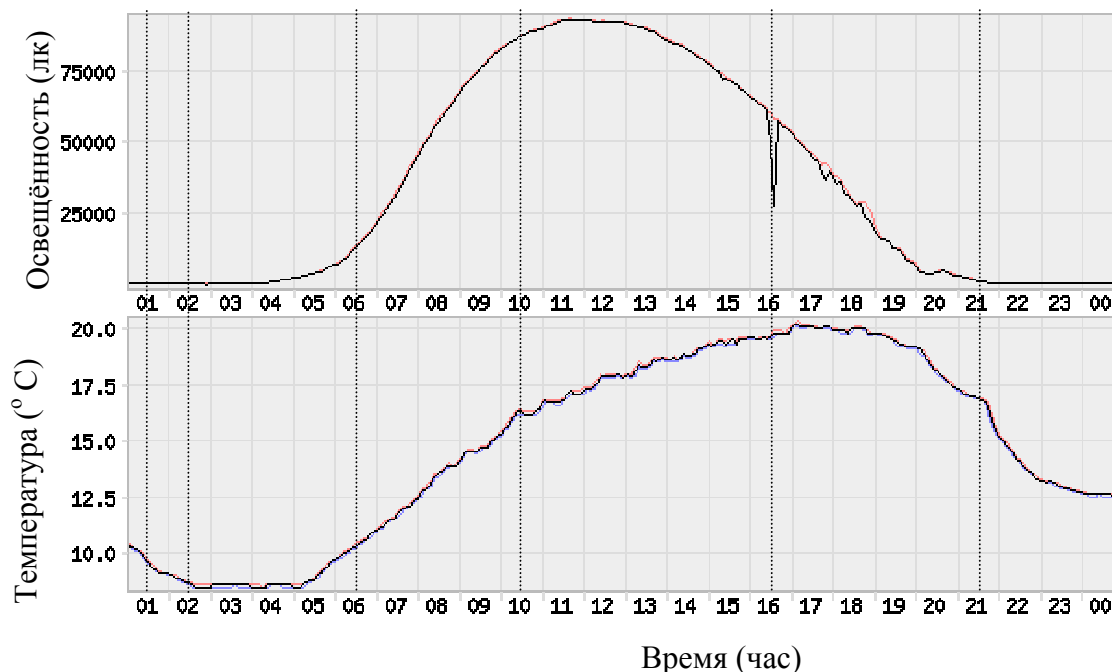


5. С точки зрения физики кровообращение человека это сложная система циркуляции жидкости, состоящая из насоса и переплетения труб. Какая сила помогает крови двигаться в кровеносных сосудах:

- a) сила трения,
- b) магнитная сила,
- c) сила эластичности,
- d) сила тяжести,
- e) сила Архимеда
- f) гравитационная сила

6. Находящаяся на крыше физкорпуса Тартуского университета (Тяхе 4. Тарту) метеорологическая станция помимо основных параметров погоды постоянно регистрирует освещённость и температуру воздуха. На основании полученных данных компьютер составляет графики. Данные сохраняются в архиве. Ниже представлена суточная освещённость и колебание температуры по данным за 3 июля 2006 года.

**Освещённость** измеряется в люксах (1 лк). Полной темноте отвечает 0 лк. Подходящая для чтения освещённость – это 100 лк. При измерении освещённости улавливающий элемент расположен горизонтально.



Для ответа на следующие вопросы пользуйтесь приведёнными ниже вариантами a-f. Обведите в таблице букву или буквы, соответствующие правильному варианту.

1. Почему ночью в промежутке времени с часу до двух температура воздуха падает?

a	b	c	d	e	f
---	---	---	---	---	---

2. Почему с шести до десяти утра температура воздуха поднимается?

a	b	c	d	e	f
---	---	---	---	---	---

3. Почему с четырёх часов дня до девяти вечера температура воздуха падает?

a	b	c	d	e	f
---	---	---	---	---	---

**Варианты ответов:**

- Поверхность земли излучает тепло и остывает.
- Воздух отдаёт тепло поверхности земли и охлаждается.
- Воздух получает тепло от поверхности земли и нагревается.
- Солнце нагревает поверхность земли.
- Солнце нагревает земную поверхность больше, чем из-за отдачи тепла. земля охлаждается
- Земная поверхность из-за отдачи тепла охлаждается в большей степени, чем нагревается от солнечного излучения.

7. Определить кислотность среды можно с помощью специального аппарата – рН-метра. Для этих целей также используют различные химические вещества, которые при соприкосновении с кислотой или щёлочью изменяют свой цвет. Какую из перечисленных частей растения можно было бы использовать для изготовления природного рН-метра?

- a) плод банана
- b) листья красной капусты
- c) ягоды черники
- d) плод огурца
- e) корень красной свёклы
- f) ягоды белой смородины
- g) клубни картофеля
- h) плод лимона

8. В непрозрачной канистре смешали два раствора неизвестных электролитов. Из прикрепленной к верхней части ёмкости трубки начал распространяться острый запах. Стенки сосуда нагрелись. Какие из нижеприведённых утверждений верны, если говорить о реакции, происходящей в канистре?

- a) произошедшая химическая реакция была экзотермической
- b) произошедшая химическая реакция была эндотермической
- c) произошла реакция соединения
- d) произошла реакция распада
- e) произошла реакция обмена
- f) выделился аммиак
- g) в виде газа выделился оксид неметалла
- h) в виде газа выделился хлор или фтор
- i) очевидно в реакцию вступили две соли
- j) очевидно в реакцию вступили соль аммония и основание
- k) очевидно в реакцию вступили азотная или серная кислота и соль
- l) очевидно прореагировали галогидный водород и основание
- m) все утверждения неверные

9. Правильными парами являются:

- a) A-5
- b) D-1
- c) E-2
- d) E-4
- e) B-6
- f) F-4
- g) C-3

A	Обжиг извести	1	$\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
B	Гашение извести	2	$\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO}$
C	Затвердевание известкового молока	3	$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
D	Возникновение карстовых пещер	4	$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
E	Образование сталактитов	5	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
F	Удаление накипи	6	$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$

10. На языке химии ржавление – это ... :

- a) розирование
- b) ржавение
- c) оксидирование
- d) редуцирование
- e) навигация
- f) ингибция
- g) коррозия
- h) электролитическая диссоциация

## Задания из области химии, биологии и физики.

### ЗАДАНИЕ ПО ХИМИИ: АЗОТ (20 очков)

Большая часть биомолекул состоит из пяти основных элементов, одним из которых является азот. В связи с этим экосистемы детально изучаются на предмет азота (в дальнейшем «органический азот»), входящего в состав органических соединений. Присутствие органического азота в сточных водах является одним из важнейших факторов, влияющих на экосистемы.

Для определения суммарного содержания органического азота (3-х валентного) используется метод, предложенный в 1883-ем году датским химиком Къельдалем (Kjeldahl). Далее описывается процесс измерения количества органического азота в сточных водах с помощью этого метода.

В колбу, содержащую смесь концентрированных  $H_2SO_4$ ,  $K_2SO_4$  и  $CuSO_4$ , налили 50 мл пробы сточной воды. Затем довели объём смеси до 500 мл, добавив концентрированную  $H_2SO_4$ . Колбу закрыли пробкой, имеющей клапан для выхода газообразных веществ, и нагрели смесь до кипения ( $\sim 380^\circ C$ ). В таких экстремальных условиях органические молекулы разложились в результате термоллиза, и образовались низкомолекулярные неорганические соединения  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $SO_2$  и  $NH_3$ . Аммиак прореагировал с  $H_2SO_4$  и остался в смеси в виде  $NH_4HSO_4$ . Прекращение выделения газов и изменение цвета раствора указали на то, что реакция закончилась. Смесь (в дальнейшем «система X») охладили.

Для того, чтобы повысить pH, к системе X, которая содержала  $NH_4HSO_4$ , в большом количестве добавили концентрированный раствор NaOH. При нагревании полученной смеси выделился  $NH_3$  (г). Для того, чтобы очистить выделившийся  $NH_3$  от примесей, его пропустили через дистиллятор. Затем очищенный  $NH_3$  абсорбировали в 100 мл 0.01M раствора HCl. Полученный раствор оттитровали 0.045M раствором NaOH (обратное титрование), для чего понадобилось 21,1 мл раствора NaOH.

1. Какова роль ионов  $Cu^{2+}$  в исходном растворе, который получили при добавлении пробы сточной воды в колбу с концентрированными  $H_2SO_4$ ,  $K_2SO_4$  и  $CuSO_4$ ?
2. Какова роль  $K_2SO_4$  в растворе, который получили при добавлении пробы сточной воды в колбу с концентрированными  $H_2SO_4$ ,  $K_2SO_4$  и  $CuSO_4$ ?
3. Найдите количество  $NH_3$  в Системе X
4. Рассчитайте суммарное содержание органического азота TKN (Total Kjeldahl Nitrogen) в мг/л в исходной пробе.

**ЗАДАНИЕ ПО БИОЛОГИИ: ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД (8 очков)**

Носитель наследственной информации – это ДНК, находящаяся в хромосомах клеточного ядра. Она определяет развитие, строение и свойства живого организма. ДНК представляет из себя очень длинные цепочки нуклеотидов, расположенных в определённой последовательности. В ДНК 4 вида нуклеотидов, которые сокращённо обозначаются А, Т, Г и С. Белки же, синтезируемые на основании наследственной информации, содержащейся в ДНК, состоят из аминокислот. Если в клетке возникает необходимость в синтезе какого-то белка, информация копируется на молекулу РНК, которая имеет схожее с ДНК строение. РНК движется из клеточного ядра в цитоплазму, где используется для синтеза белка. РНК состоит из тех же самых нуклеотидов, что и ДНК, только вместо Т в РНК находится U.

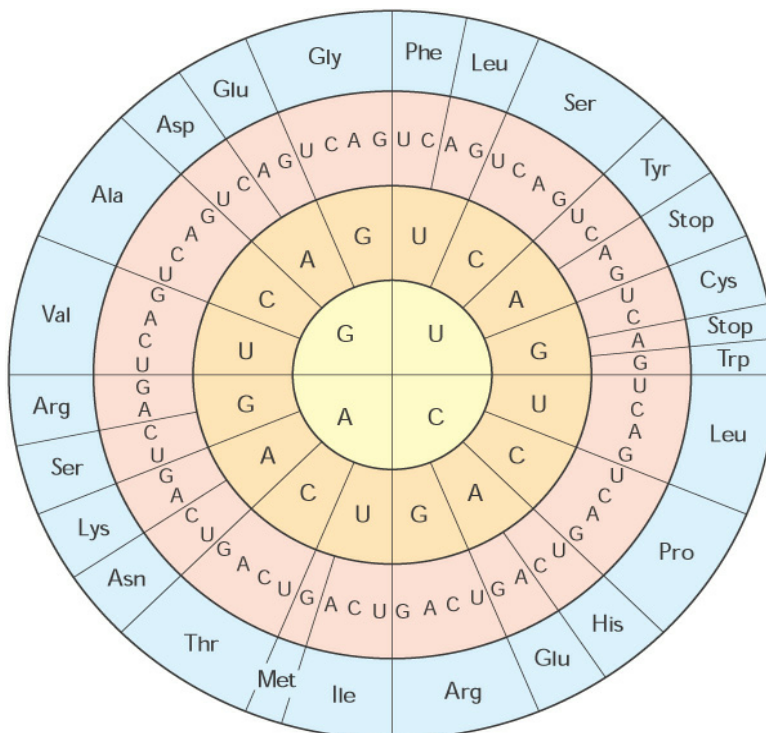
Рибосомы производят белки в соответствии с последовательностью кодонов в РНК молекуле. Кодон – это тройка нуклеотидных остатков. Синтез белка начинается с кодонов GUG или AUG, которым соответствуют аминокислоты Val и Met (сокращения названий аминокислот). Вплоть до старт-кодона синтеза белка не происходит, и с самого старт-кодона аминокислота тоже не синтезируется. Затем же каждый последующий кодон РНК добавляет молекуле белка по одной аминокислоте.

Из четырёх разных нуклеотидов может образоваться 64 различных кодона. На рисунке изображен круг генетического кода, который читается изнутри. Генетический код используется для трансляции нуклеотидной в аминокислотную последовательность.

**Выбери из данных последовательностей РНК такую (такие), с помощью которой (которых) можно было бы синтезировать в рибосоме белок, состоящий из следующих аминокислот:**

***Gly-Leu-Pro-Arg-Leu-Leu-Asn-Ala-His-Glu-Arg***

- a) GCGCCUGCUAAAUGCCCAUAGACCAUGGCCAGGCUACCACGAUAAU
- b) GGAACCACGCCUGCUAAAUGGGGCUGACCAGCGAUAAUUAGACCAU
- c) UACCGUGGGACUACCGCGUCUACUCAUUGCGCACCAACGCCGCCUG
- d) GGCUACCACGCCUGCUAAAUGCCCACCAGCGAUAAUUAGACCAUGG
- e) GACCAUGGGGCUACCACGCCUGCUAAAUGCCCACCAGCGAUAAUUA
- f) GGCUACCACGCCUGCUAAAUGGGAAUAGACCAUGGCCAGCGAUAAU



ЗАДАНИЕ ПО ГЕНЕТИКЕ: НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ (12 очков)

Человек – это организм с чрезвычайно сложным строением и физиологией, все молекулярные процессы которого до сих пор не изучены. Поразительно то, что вся видимая сложность человека основывается на 23-х парах хромосом, которые содержат всю необходимую информацию для развития и функционирования как клетки, так и всего организма. В клетке человеческого тела каждая хромосома находится в двух экземплярах – одна копия наследуется от матери, другая от отца (рисунок 1). Эти похожие хромосомы называют гомологичными хромосомами.

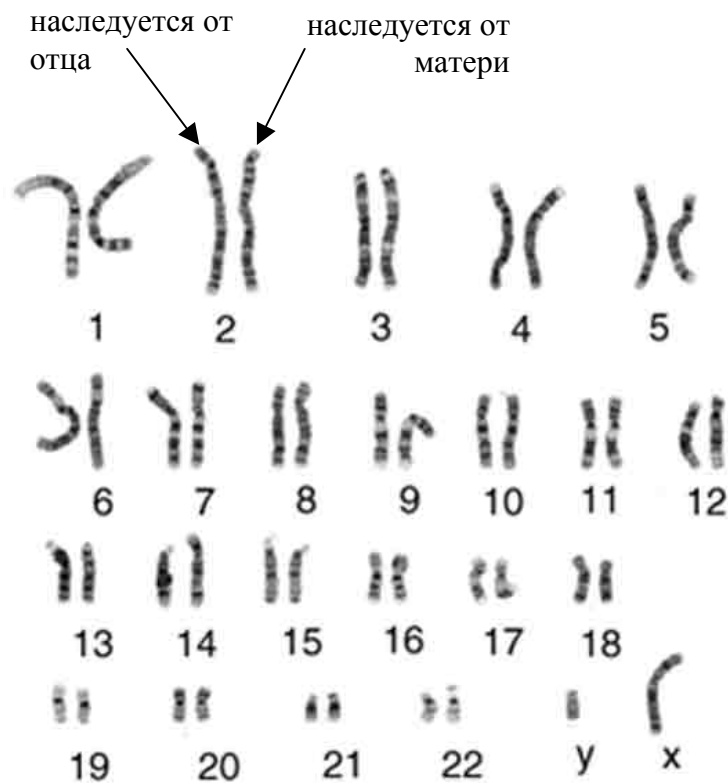


Рисунок 1. Хромосомный набор клетки человеческого тела. У человека 24 разных хромосомы, две из них (X и Y) отвечают за пол индивида. Каждая пара гомологичных хромосом состоит из одной материнской и одной отцовской хромосомы. X и Y – это половые хромосомы, которые образуют двадцать третью пару хромосом. В данном случае (см. рисунок) речь идёт о мужчине (одна X и одна Y хромосомы). Всего в клетке человеческого тела 46 хромосом.

Человеческий организм состоит, в основном, из таких клеток, в которых содержится два экземпляра каждой хромосомы, и именно поэтому эти клетки называют диплоидными ( $2n$ ). Совсем иными являются половые клетки, имеющие по одному экземпляру каждой хромосомы. Эти клетки называют гаплоидными ( $1n$ ). На рисунке 2 схематически показано, как из диплоидной клетки получается четыре гаплоидные половые клетки. Соединившись с половой клеткой противоположного пола, каждая гаплоидная половая клетка может дать начало для развития нового организма.

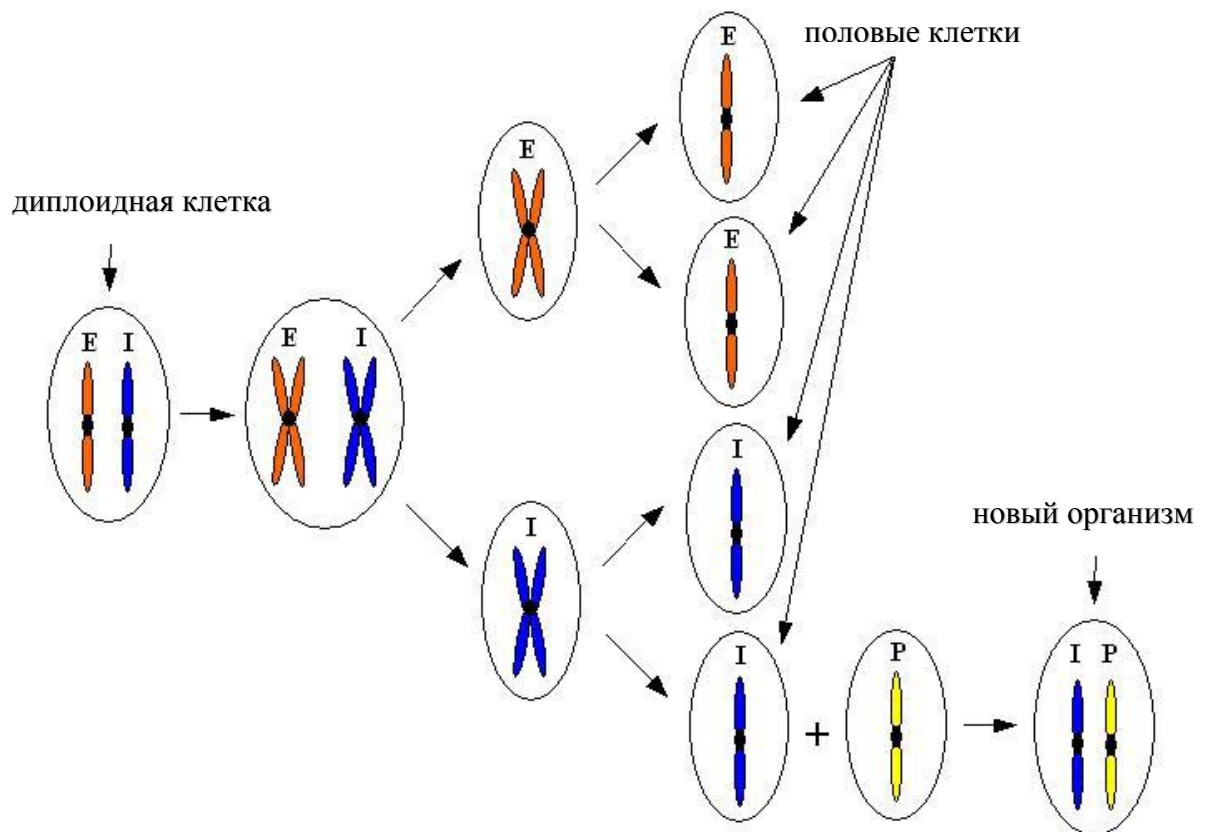


Рисунок 2. Процесс образования половых клеток. Из диплоидной клетки в результате специфического клеточного деления образуется четыре половые клетки, каждая из которых имеет одну копию каждой из двадцати трёх пар гомологичных хромосом (1n). На данном рисунке приведена схема деления только одной пары гомологичных хромосом. Новый организм образуется при встрече одной из этих половых клеток с половой клеткой партнёра (P). Образовавшийся организм снова диплоидный. E – материнская хромосома, I – отцовская хромосома, P – хромосома партнёра.

**Задание 1:**

В отличие от человека, у собаки целых 40 разных хромосом.

- a) Сколько пар гомологичных хромосом в 2n клетке собаки?
- b) Сколько хромосом в половой клетке у собаки?


**Задание 2:**

В мире растений возможно скрестить между собой арбузы с 2n и 4n набором хромосом.

- a) Нарисуй, с каким набором хромосом будут половые клетки каждого арбуза (наподобие рисунка 2; нарисуй, пожалуйста, только половые клетки)
- b) Нарисуй, с какой пloidностью (?n) будет хромосомный набор их потомков. Обозначь на рисунке и то, сколько хромосом получит потомок от 2n и сколько от 4n арбуза.



Ответ:

a)

Арбуз (2n):

Арбуз (4n):

b)

### **Синдромы.**

Образование и созревание половых клеток – это точный и контролируемый процесс, в ходе которого так называемые дефектные клетки (например, клетки с неправильным количеством хромосом) удаляются, и они не доходят до процесса оплодотворения. Но данный процесс совсем не идеален и не безошибочен. Например, чем больше возраст матери, решившей забеременеть, тем больше вероятность того, что оплодотворится какая-либо из «дефектных» клеток, так как молекулярные контрольные механизмы половых клеток начинают «уставать». Самым известным примером является синдром Дауна, в случае которого 21-ая хромосома представлена тремя экземплярами (вспомним, что в клетке здорового организма 2 экземпляра этой хромосомы), и вероятность появления этого дефекта увеличивается пропорционально возрасту матери. Схоже с изменением количества 23-ей хромосомы, встречаются и патологии количества половых хромосом. Далее приведены различные изменения количества половых хромосом, которые описаны у человека. Зная, что женский пол определяется наличием пары хромосом XX, а мужской – комбинацией хромосом X и Y, напиши, о мужском или женском поле идёт речь в дальнейшем.

1. X (синдром Тёрнера)-
2. XXXY (синдром Клайнфелтера) -
3. XYY -
4. XXYY -
5. XXX –

**ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ: ИСПЫТАНИЕ ПОДУШЕК БЕЗОПАСНОСТИ (12 очков)**

При испытании систем безопасности автомобилей тестируемой машине придаётся определённая скорость, после чего следует столкновение автомобиля с препятствием. В результате этого машина внезапно останавливается. За этим должно последовать открытие подушек безопасности. Открытие подушек безопасности должно быть при воздействии силы которая превышает 15 kN.

*Вспомогательная информация:* По II закону Ньютона ускорение, или изменение скорости во времени, можно найти, если значение действующей на тело силы поделить на массу этого тела (II закон Ньютона:  $F = m a$ ).

Вашим заданием будет исследовать процесс испытания двух машин с помощью результатов тестирования; найти силу, действующую на каждую машину в момент столкновения; и на основании вычислений решить, соответствовали ли требованиям подушки безопасности.

В таблице 1 приведены результаты испытания подушек безопасности в двух машинах. Масса испытуемого автомобиля FRD была 1700 кг и автомобиля TOY - 1100 кг. Измерительные приборы регистрировали скорость движения автомобилей, начиная с момента  $t=0$  сек. В момент  $t=16$  сек произошло столкновение с препятствием, после чего машины полностью остановились в течение одной секунды.

Имейте в виду, что скорость измерялась прибором, погрешность которого составляет  $\pm 2,5$  км/ч.

К сожалению, из-за неисправности прибора в таблице отсутствуют некоторые показания скорости.

Таблица 1. Скорости испытуемых машин FRD ja TOY во время опыта

время, сек	$t = 0$	$t = 2$	$t = 4$	$t = 6$	$t = 8$	$t = 10$	$t = 12$	$t = 14$	$t = 16$	$t = 17$	подушки безопасности
$V_{FRD}$ , км/ч	нет данных	61,0	59,6	60,4	58,8	60,6	59,6	нет данных	нет данных	0	открылись
$V_{TOY}$ , км/ч	нет данных	52,9	56,5	59,2	61,8	64,6	68,2	70,6	нет данных	0	не открылись

**Ход работы:**

- Нарисуйте графики скорости обеих машин (на одном графике).
- Используя график, найдите требуемые значения скорости и ускорения. Объясните, как вы их нашли.
- Подсчитайте среднюю силу, действующую на обе машины во время столкновения. Объясните ход вычислений.
- Занесите в таблицу полученные результаты и окончательное решение о соответствии систем безопасности требованиям.
- Обоснуйте ваше решение.

Таблица 2. Итоги тестирования автомобилей.

Машина	Скорость в момент $t = 0$ сек, согласно графику км/ч	Скорость в момент $t = 16$ сек, согласно графику км/ч	Среднее ускорение в промежутке 0 – 16 сек м сек <sup>2</sup>	Средняя сила при столкновении N	Минимум и максимум значений действующей силы при столкновении* N	Состояние подушек безопасности	Правильно ли прореагировали подушки безопасности
FRD						открылись	
TOY						не открылись	

\*учитывая погрешность

**ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ: СОЛОМИНКА (8 очков)**

Во время питья через соломинку человек вызывает во рту пониженное давление. Вода поднимается по соломинке вверх, так как действующую на водяной столб силу тяжести компенсирует сила, вызываемая разницей давлений снаружи (в атмосфере) и внутри ротовой полости.

Через соломинку какой длины человек сможет пить воду из стакана, если он вызовет во рту давление, которое составляет а) 80%, б) 70%, в) 50% и г) 40% от атмосферного давления? Плотность воды  $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ , атмосферное давление  $P_a = 1,01 \times 10^5 \text{ Па}$ .

Нарисуйте график, который изображает зависимость высоты поднимающегося по соломинке столба жидкости и разницы между атмосферным давлением и давлением внутри ротовой полости.

Какого вида зависимость показывает график?