



2017 жылғы жалпы білім беретін
оқушылардың республикалық олимпиадасының
тапсырмалар мен шешімдер
ЖИНАҒЫ

СБОРНИК
заданий и решений
республиканской олимпиады школьников
по общеобразовательным предметам 2017 года



ББК 63.3 (2 каз) я 80

Т 36

Басылымға «Дарын» республикалық ғылыми-практикалық орталығының оқу-әдістемелік Кеңесімен ұсынылған.

Т 36 2017 жылғы жаратылыстану-математикалық бағыты бойынша оқушылардың республикалық олимпиадасының қорытынды кезеңінің тапсырмалар мен шешімдер жинағы – Астана: «Дарын», 2018 ж. - 202 бет.

Бұл жинақта 2017 жылғы жаратылыстану-математикалық бағыты бойынша оқушылардың республикалық олимпиадасының қорытынды кезеңінің тапсырмалар мен шешімдер жинағы берілген. Жинақ мектеп ұстаздарына, ғылыми жетекшілермен оқушыларға арналған.

ISBN 9965-522-15-4

Т 36 Сборник заданий и решений заключительного этапа республиканской олимпиады школьников по естественно-математическому циклу 2017 года – Астана: «Дарын», 2018 г. - 202 с.

В сборнике представлены задания заключительного этапа республиканской олимпиады школьников по естественно-математическому циклу 2017 года. Сборник предназначен для учителей школ, научных руководителей и школьников.

ББК 63.3 (2 каз) я 72

Т= $\frac{0503020905}{00(05)-02}$

© «Дарын», 2018

ISBN 9965-522-15-4

МАЗМУНЫ СОДЕРЖАНИЕ

Математика.....	4
Физика.....	18
Информатика.....	57
Химия.....	65
География.....	108
Биология.....	149

ББК 63.3 (2 каз) я 80
Т 36

Басылымға «Дарын» республикалық ғылыми-практикалық орталығының оқу-әдістемелік Кеңесімен ұсынылған.

Т 36 2017 жылғы жаратылыстану-математикалық бағыты бойынша оқушылардың республикалық олимпиадасының қорытынды кезеңінің тапсырмалар мен шешімдер жинағы – Астана: «Дарын», 2018 ж. - 202 бет.

Бұл жинақта 2017 жылғы жаратылыстану-математикалық бағыты бойынша оқушылардың республикалық олимпиадасының қорытынды кезеңінің тапсырмалар мен шешімдер жинағы берілген. Жинақ мектеп ұстаздарына, ғылыми жетекшілермен оқушыларға арналған.

ISBN 9965-522-15-4

Т 36 Сборник заданий и решений заключительного этапа республиканской олимпиады школьников по естественно-математическому циклу 2017 года – Астана: «Дарын», 2018 г. - 202 с.

В сборнике представлены задания заключительного этапа республиканской олимпиады школьников по естественно-математическому циклу 2017 года. Сборник предназначен для учителей школ, научных руководителей и школьников.

ББК 63.3 (2 каз) я 72

T= $\frac{0503020905}{00(05)-02}$

© «Дарын», 2018

ISBN 9965-522-15-4

МАЗМҰНЫ СОДЕРЖАНИЕ

Математика.....	4
Физика.....	18
Информатика.....	57
Химия.....	65
География.....	108
Биология.....	149

Математика пәні бойынша
2017 жылғы Республикалық олимпиаданың
қорытынды кезеңі, Павлодар қ.

Жұмыс уақыты: 1 сағат
Әр есеп 7 ұпайға баға тағайындалады
Қазақстандағы еркіндігіміз туралы ойымызға назар аударыңыз!

9 сынып, 1 күн

- 1, 2, ..., 2017 сандарын келесі шарттарды қанағаттандыратын, әрқайсысы бос емес үш A , B және C жиындарына бөлуге болатын мәт кет келген $a \in A$, $b \in B$ және $c \in C$ үшін, $ab + c$ және $ac + b$ сандарының еңкішісі теңсіздік қанағаттандыратын сандар?
- $\text{НОБ}(a, p!) = 1$ болатын натурал a және жай p саны берілген. $a^{p-1} - 1$ санының $p!$ ти бөлінетінін дәлелдеңіз.
- ABC үшбұрышының қабырғаларына үшбұрыштың сырт жағына қарай алушы бұрыштарға тең болатын $ABLK$, $BCNM$ және $CAQP$ тіктөртбұрыштар салынған. X , Y және Z нүктелері сәйкесінше KQ , LM және NP кезілгілерінің орталықтары. AX , BY және CZ түзулерінің бір нүктесіне қиылысатынын дәлелдеңіз.

Заключительный этап
Республиканской олимпиады школьников
по математике 2017 года, г. Павлодар

Время работы: 1 час
Каждая задача оценивается в 7 баллов
Начало работы на секундозоре начинается

9 класс, 1 день

- Можно ли числа 1, 2, ..., 2017 разбить на три непересекающихся множества A , B и C так, что для любых $a \in A$, $b \in B$ и $c \in C$ числа $ab + c$ и $ac + b$ не являются полными квадратами?
- Натуральное число a и простое p таковы, что $\text{НОД}(a, p!) = 1$. Докажите, что $a^{p-1} - 1$ делится на $p!$.
- На сторонах треугольника ABC во внутренней стороне построены прямоугольники равных площадей $ABLK$, $BCNM$ и $CAQP$. Пусть X , Y и Z — середины отрезков KQ , LM и NP соответственно. Докажите, что прямые AX , BY и CZ пересекаются в одной точке.

Математика пәні бойынша
2017 жылғы Республикалық олимпиаданың
қорытынды кезеңі, Павлодар қ.

Жұмыс уақыты: 1 сағат
Әр есеп 7 ұпайға баға тағайындалады
Қазақстандағы еркіндігіміз туралы ойымызға назар аударыңыз!

10 сынып, 1 күн

- 1, 2, ..., 2017 сандарын келесі шарттарды қанағаттандыратын, әрқайсысы бос емес үш A , B және C жиындарына бөлуге болатын мәт кет келген $a \in A$, $b \in B$ және $c \in C$ үшін, $ab + c$ және $ac + b$ сандарының еңкішісі теңсіздік қанағаттандыратын сандар?
- Кет келген нақты x және y сандары үшін $|y - f(f(x))| \geq |f(x)^2 - xf(y)|$ теңсіздігі әлдеқайда баратын бір нақты $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ функциясының табымыз ба. Бұл жағдайда \mathbb{R} — нақты сандар жиыны.
- Төртбұрыш және ABC үшбұрышы берілген. K және N нүктелері AC қабырғасындағы, ал M және L нүктелері BC қабырғасындағы $AN + CK = CL + BM$ теңдіктері орындалатын нүктелер. KL және MN кезілгілері P нүктесінде қиылысқан. $\angle RPN = \angle QPK$ екенін дәлелдеңіз. Бұл жағдайда R — AB қабырғасының орталығы, ал Q — ABC үшбұрышының алды жағына шайырдың ACB бұрышының орталығы.

Заключительный этап
Республиканской олимпиады школьников
по математике 2017 года, г. Павлодар

Время работы: 1 час
Каждая задача оценивается в 7 баллов
Начало работы на секундозоре начинается

10 класс, 1 день

- Можно ли числа 1, 2, ..., 2017 разбить на три непересекающихся множества A , B и C так, что для любых $a \in A$, $b \in B$ и $c \in C$ числа $ab + c$ и $ac + b$ не являются полными квадратами?
- Найтите все функции $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ такие, что $|y - f(f(x))| \geq |f(x)^2 - xf(y)|$ для любых действительных x и y . Здесь \mathbb{R} — множество действительных чисел.
- Дан неравобедренный треугольник ABC . Точки K и N лежат на стороне AC , а точки M и L на стороне BC так, что $AN + CK = CL + BM$. Пусть отрезки KL и MN пересекаются в точке P . Докажите, что $\angle RPN = \angle QPK$, где R — середина стороны AB , а Q — середина дуги ACB окружности, описанной около треугольника ABC .

**Математика пәні бойынша
2017 жылғы Республикалық олимпиаданың
қорытынды кезеңі, Павлодар қ.**

*Жұмыс уақыты: 4 сағат
Әр есеп 7 ұпайға бағаланады
Калькуляторды қолдануға тыйым салынады*

11 сынып, 1 күн

1. Теңбүйірлі емес ABC үшбұрышы ω шеңберіне іштей сызылған. Осы шеңберге C нүктесінде жүргізілетін жанғыма AB түзуі D нүктесінде қиялы. CDB бұрышының биссектрисасы AC және BC қабырғаларын сәйкесінше K және L нүктелерінде қиялы. AB қабырғасынан $AK/BL = AM/BM$ баытынлай M нүктесі алынады. KL және DC түзулеріне M нүктесінен түсірілетін перпендикулярлар AC және DC түзулерін сәйкесінше P және Q нүктелерінде қиялы. CQP бұрышының ACB бұрышынан екі есе кіші екенін дәлелдеңіз.
2. Нақты $x, y, z \geq \frac{1}{2}$ сандары үшін $x^2 + y^2 + z^2 = 1$ теңлігі орындалады. Сол сандар үшін келесі теңсіздікті дәлелдеңіз:

$$\left(\frac{1}{x} + \frac{1}{y} - \frac{1}{z}\right) \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{y} + \frac{1}{z}\right) \geq 2.$$

3. Шексіз, қатап түрде кезеңді $\{a_n\}$ натурал сандар тізбегі $a_n \leq a_n + a_{n+2}$ шартын қанағаттандырады, бұл жерде n — натурал сан, $k < l < m$ теңсіздігі мен $a_k + a_m = 2a_l$ теңдігі орындалатындай шексіз көп (k, l, m) натурал үштіктері бар екенін дәлелдеңіз.

**Заключительный этап
Республиканской олимпиады школьников
по математике 2017 года, г. Павлодар**

*Время работы: 4 часа
Каждая задача оценивается в 7 баллов
Использование калькуляторов запрещено*

11 класс, 1 день

1. Неравносторонний треугольник ABC вписан в окружность ω . Касательная к этой окружности в точке C пересекает прямую AB в точке D . Пусть биссектриса угла CDB пересекает отрезки AC и BC в точках K и L соответственно. На стороне AB взята точка M такая, что $AK/BL = AM/BM$. Пусть перпендикуляры из точки M к прямым KL и DC пересекают прямые AC и DC в точках P и Q соответственно. Докажите, что углы CQP и два раза меньше угла ACB .
2. Даны действительные числа $x, y, z \geq \frac{1}{2}$ такие, что $x^2 + y^2 + z^2 = 1$. Докажите неравенство

$$\left(\frac{1}{x} + \frac{1}{y} - \frac{1}{z}\right) \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{y} + \frac{1}{z}\right) \geq 2.$$

3. Бесконечная, строго возрастающая последовательность $\{a_n\}$ натуральных чисел удовлетворяет условию $a_n \leq a_n + a_{n+2}$ при всех $n \geq 1$. Докажите, что существует бесконечно много троек (k, l, m) натуральных чисел таких, что $k < l < m$ и $a_k + a_m = 2a_l$.

*Жұмыс уақыты: 4 сағат
Әр есеп 7 ұпайға бағаланады
Калькуляторды қолдануға тыйым салынады*

9 сынып, 2 күн

4. Теңбүйірлі емес ABC үшбұрышының центрі O белгілі және шеңберіне іштей сызылған. Үшбұрыштың CN биссектрисасы ω -ны екінші рет M нүктесінде қиялы. $MK - BSM$ үшбұрышының бастысы, P нүктесі — CM кесіндісінің ортасы, ал $Q - OP$ мен AB түзулерінің қиылысу нүктесі. MQ түзуі ω -ны екінші рет R нүктесінде қиялы, ал BR мен MK түзулері T нүктесінде қиылысады. $NT \parallel PK$ екенін дәлелдеңіз.

5. $[3a^2 - 1] \leq 2b$ және $[3b^2 - 2] \leq a$ теңсіздіктері орындалатындай нақты a және b сандары берілген. $a^4 + b^4 \leq 2$ теңсіздігін дәлелдеңіз.

6. 100×100 тақтаның әр шаршысына $1, 2, \dots, 100$ сандарының біреуі жазылған; және тақтада осы сандардың әрқайсысына 100 реттен кездеседі. Тақтаның кез келген жолын немесе бағытын *сызық* деп атайық. Бір жүрісте сандарының қосындысы 100-ден үлкен кет келген сызықты алып, осы сызықтың сандарының бірін нөлге теңестіруге болады. Егер бірнеше жүрістен кейін әр жолдың сандарының қосындысы 100-ден асқан, онда тақтада нөлге тең емес ең көп дегенде қанша ені қалуы мүмкін?

**Заключительный этап
Республиканской олимпиады школьников
по математике 2017 года, г. Павлодар**

*Время работы: 4 часа
Каждая задача оценивается в 7 баллов
Использование калькуляторов запрещено*

9 класс, 2 день

4. Неравносторонний треугольник ABC вписан в окружность ω с центром O . Продолжение биссектрисы CN пересекает ω в точке M . Пусть MK — высота треугольника BCM , P — середина отрезка CM , а Q — точка пересечения прямых OP и AB . Пусть прямая MQ во второй раз пересекает ω в точке R , а T — точка пересечения прямых BR и MK . Докажите, что $NT \parallel PK$.

5. Пусть a и b такие действительные числа, что $[3a^2 - 1] \leq 2b$ и $[3b^2 - 2] \leq a$. Докажите, что $a^4 + b^4 \leq 2$.

6. В каждой клетку таблицы 100×100 записано одно из чисел $1, 2, \dots, 100$, причем каждое из этих чисел встречается в таблице 100 раз. Назовем *линией* любую строку или столбец таблицы. За один ход разрешается взять линию, в котором сумма чисел больше 100, и обнулить все числа на этой линии. Какое наибольшее количество ненулевых чисел может остаться в таблице, если известно, что после нескольких ходов во всех линиях сумма чисел не превосходит 100?

Жұмыс уақыты: 4 сағат.
Әр есеп 3 ұпайға бағаланады.
Калькуляторды қолдануға тыйым салынады.

10 сынып, 2 күн

4. Сүйір бұрышты ABC ($AC > BC$) үшбұрышының центрі O болатын шеңберге іштей сызылған CD кесіндісі осы шеңбердің диаметрі. DA сәулесінің A дан ары созылғанынан K , ал BD кесіндісінен L ($DL > LB$) нүктелері $\angle OKD = \angle BAC$, $\angle OLD = \angle ABC$ болатындай алынған. KL түзуінің AB кесіндісінің ортасы арқылы өтетінін дәлелдеңіздер.
5. 100×100 тақтаның әр шаршысына $1, 2, \dots, 100$ сандарының біреуі жазылған; және тақтаның осы сандарының әрқайсысы 100 реттен кездеседі. Тақтаның кез келген жолын немесе бағытын *сызық* деп атайық. Бір жүрісте сандарының қосындысы 100 деп үткен кез келген сызықты алып, осы сызықтағы сандардың бәрін пәнге теңестіруге болады. Егер бірнеше жүрістен кейін әр жолдағы сандардың қосындысы 100 деп әспесек, онда тақтаның пәнге тең емес ең көп дегенде қанша есін қалуы мүмкін?
6. $a^b + b$ және $b^a + a$ қосындыларының әрқайсысы 2^{2017} -ге бөлінетіндей $a, b < 2^{2017}$ болатын барлық тақ натурал (a, b) жұптарын табыңыздар.

**Заключительный этап
Республиканской олимпиады школьников
по математике 2017 года, г. Павлодар**

Время работы: 4 часа.
Каждая задача оценивается в 7 баллов.
Использование калькуляторов запрещено.

10 класс, 2 день

4. Остроугольный треугольник ABC ($AC > BC$) вписан в окружность с центром в точке O , а CD — диаметр этой окружности. На продолжении луча DA за точку A взята точка K , а на отрезке BD точка L ($DL > LB$) так, что $\angle OKD = \angle BAC$, $\angle OLD = \angle ABC$. Докажите, что прямая KL проходит через середину отрезка AB .
5. В каждую клетку таблицы 100×100 записано одно из чисел $1, 2, \dots, 100$, причем каждое из этих чисел встречается в таблице 100 раз. Назовем *линией* любую строку или столбец таблицы. За один ход разрешается взять линию, в которой сумма чисел больше 100 , и обнулить все числа на этой линии. Какое наибольшее количество ненулевых чисел может остаться в таблице, если известно, что после нескольких ходов по всех линиях сумма чисел не превосходит 100 ?
6. Найдите все пары нечетных натуральных чисел (a, b) таких, что $a, b < 2^{2017}$, а числа $a^b + b$ и $b^a + a$ делятся на 2^{2017} .

**Математика пәні бойынша
2017 жылғы Республикалық олимпиаданың
қорытынды кезеңі, Павлодар қ.**

Жұмыс уақыты: 4 сағат.
Әр есеп 3 ұпайға бағаланады.
Калькуляторды қолдануға тыйым салынады.

11 сынып, 2 күн

4. Сүйір бұрышты ABC ($AC > BC$) үшбұрышының центрі O болатын шеңберге іштей сызылған CD кесіндісі осы шеңбердің диаметрі. DA сәулесінің A дан ары созылғанынан K , ал BD кесіндісінен L ($DL > LB$) нүктелері $\angle OKD = \angle BAC$, $\angle OLD = \angle ABC$ болатындай алынған. KL түзуінің AB кесіндісінің ортасы арқылы өтетінін дәлелдеңіздер.
5. Әр $i = 1, 2, \dots, 100$ үшін $1 \leq x_i \leq 2017$ теңсіздігі орындалатын $(x_1, x_2, \dots, x_{100})$ бірлесім мүмкін натурал сандар жиынтықтарын қарастырайық. Егер барлық $i = 1, 2, \dots, 100$ үшін $y_i > z_i$ болса, онда $(y_1, y_2, \dots, y_{100})$ жиынтығын $(z_1, z_2, \dots, z_{100})$ жиынтығынан үлкен деп айтамыз. Ешқандай жиынтық басқа ешқандай жиынтықтан үлкен болмай қалмай, тақтаға ең көп дегенде қанша жиынтықтарды жазып шығуға болады?
6. $2^{\frac{2^n-1}{n}} + 1$ саны n -ге бөлінетіндей, шексіз көп құрама натурал n санының бір екенін дәлелдеңіз.

**Заключительный этап
Республиканской олимпиады школьников
по математике 2017 года, г. Павлодар**

Время работы: 4 часа.
Каждая задача оценивается в 7 баллов.
Использование калькуляторов запрещено.

11 класс, 2 день

4. Остроугольный треугольник ABC ($AC > BC$) вписан в окружность с центром в точке O , а CD — диаметр этой окружности. На продолжении луча DA за точку A взята точка K , а на отрезке BD точка L ($DL > LB$) так, что $\angle OKD = \angle BAC$, $\angle OLD = \angle ABC$. Докажите, что прямая KL проходит через середину отрезка AB .
5. Рассмотрим невозможные наборы натуральных чисел $(x_1, x_2, \dots, x_{100})$ такие, что $1 \leq x_i \leq 2017$ для каждого $i = 1, 2, \dots, 100$. Будем говорить, что набор $(y_1, y_2, \dots, y_{100})$ больше набора $(z_1, z_2, \dots, z_{100})$, если $y_i > z_i$ для каждого $i = 1, 2, \dots, 100$. Какое наибольшее количество наборов можно выписать на доску так, чтобы никакой набор не был больше никакого другого?
6. Докажите, что существуют бесконечно много составных натуральных чисел n , для которых число $2^{\frac{2^n-1}{n}} + 1$ делится на n .

Условия и решения задач первого дня

9 КЛАСС

Задача №1. Можно ли числа $1, 2, \dots, 2017$ разбить на три непустых множества A, B и C так, что для любых $a \in A, b \in B$ и $c \in C$ числа $ab + c$ и $ac + b$ не являлись точными квадратами?

О т в е т. Да, можно.

Решение. Положим $A = \{1, 4, 7, \dots, 2017\}$, $B = \{2, 5, 8, \dots, 2015\}$ и $C = \{3, 6, 9, \dots, 2016\}$. Тогда для любых $a \in A, b \in B, c \in C$ имеем: $a \equiv 1 \pmod{3}, b \equiv 2 \pmod{3}$ и $c \equiv 0 \pmod{3}$. Тогда $ab + c \equiv 2 \pmod{3}$ и $ac + b \equiv 2 \pmod{3}$. Но квадрат целого числа может давать только остатки 0 и 1 при делении на 3. Следовательно, числа $ab + c$ и $ac + b$ не могут быть точными квадратами.

Задача №2. Натуральное число a и простое p таковы, что $\text{НОД}(a, p!) = 1$. Докажите, что $a^{(p-1)!} - 1$ делится на $p!$.

Решение. По малой теореме Ферма $a^{p-1} \equiv 1 \pmod{p}$, следовательно $a^{(p-1)!} \equiv 1 \pmod{p}$. Пусть $(p-1)! = q_1^{\alpha_1} q_2^{\alpha_2} \dots q_k^{\alpha_k}$ — каноническое разложение числа $(p-1)!$. Так как $p-1 \geq q_1 - 1$ и $(q_1^{\alpha_1}, q_1 - 1) = 1$, то $(p-1)! q_1^{\alpha_1 - 1} (q_1 - 1) = \varphi(q_1^{\alpha_1})$.

По теореме Эйлера $a^{\varphi(q_1^{\alpha_1})} \equiv 1 \pmod{q_1^{\alpha_1}}$, следовательно $a^{(p-1)!} \equiv 1 \pmod{q_1^{\alpha_1}}$. Аналогично для каждого $i = 2, 3, \dots, k$ получаем, что $a^{(p-1)!} \equiv 1 \pmod{q_i^{\alpha_i}}$. Значит,

$$a^{(p-1)!} - 1 \equiv 0 \pmod{p \cdot q_1^{\alpha_1} q_2^{\alpha_2} \dots q_k^{\alpha_k}} = p!,$$

что и требовалось доказать.

Задача №3. На сторонах треугольника ABC во внешнюю сторону построены прямоугольники равных площадей $ABLK, BCNM$ и $CAQP$. Пусть X, Y и Z середины отрезков KQ, LM и NP соответственно. Докажите, что прямые AX, BY и CZ пересекаются в одной точке.

Решение. Пусть стороны треугольника ABC имеют фиксированные стороны. Заметим, что если не фиксированные стороны прямоугольников увеличивать пропорционально, то прямые AX, BY и CZ будут постоянными. Следовательно, эти прямые проходят через какую-то фиксированную точку треугольника. Пусть точка O —

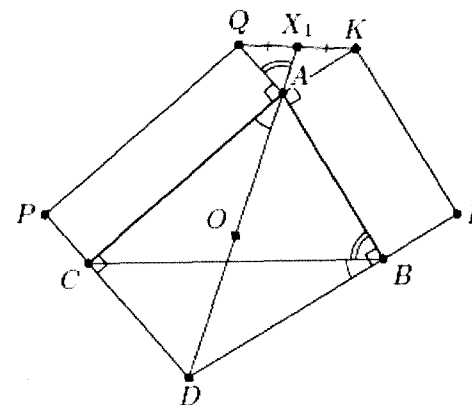


Рис. 1

центр описанной окружности треугольника ABC . Докажем, что O — искомая точка.

Обозначим $D = CP \cap BL$. Тогда точки A, B, C, D лежат на одной окружности с диаметром AD ; также на этом диаметре лежит точка O . Пусть $X_1 = AD \cap KQ$. Так как $\angle CAD = \angle CBD$ и

$$\angle CAD + \angle QAX_1 = \angle CBD + \angle ABC = 90^\circ,$$

то $\angle QAX_1 = \angle ABC$. Аналогично, $\angle KAX_1 = \angle ACB$. Пусть прямоугольники имеют площадь S . Тогда,

$$\frac{QX_1}{KX_1} = \frac{AQ}{AK} \cdot \frac{\sin QAX_1}{\sin KAX_1} = \frac{S/AC}{S/AB} \cdot \frac{\sin ABC}{\sin ACB} = \frac{AB}{AC} \cdot \frac{AC}{AB} = 1,$$

то есть X_1 — середина отрезка QK или X_1 совпадает с X . Следовательно, прямая AX проходит через точку O . Аналогичное утверждение можно доказать для прямых BY и CZ .

Задача №1. Можно ли числа $1, 2, \dots, 2017$ разбить на три непустых множества A, B и C так, что для любых $a \in A, b \in B$ и $c \in C$ числа $ab + c$ и $ac + b$ не являлись точными квадратами?

О т в е т. Да, можно.

Решение. Положим $A = \{1, 4, 7, \dots, 2017\}, B = \{2, 5, 8, \dots, 2015\}$ и $C = \{3, 6, 9, \dots, 2016\}$. Тогда для любых $a \in A, b \in B, c \in C$ имеем: $a \equiv 1 \pmod{3}, b \equiv 2 \pmod{3}$ и $c \equiv 0 \pmod{3}$. Тогда $ab + c \equiv 2 \pmod{3}$ и $ac + b \equiv 2 \pmod{3}$. Но квадрат целого числа может давать только остатки 0 и 1 при делении на 3. Следовательно, числа $ab + c$ и $ac + b$ не могут быть точными квадратами.

Задача №2. Найдите все функции $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ такие, что

$$|y - f(f(x))| \geq |f(x)^2 + xf(y)|$$

для любых действительных x и y . Здесь \mathbb{R} — множество действительных чисел.

О т в е т. $f(x) \equiv 0$.

Решение. Обозначим $f_2(x) = f(f(x))$ и $f_3(x) = f(f(f(x)))$.

По условию

$$|y - f_2(x)| \geq |f(x)^2 + xf(y)| \quad \text{для любых } x, y \in \mathbb{R}. \quad (1)$$

При $x = 0, y = f_2(0)$ из (1) следует, что $f(0) = 0$. При $y = f_2(x)$ из (1) получаем, что

$$f(x)^2 = -xf_3(x). \quad (2)$$

При $y = 0$ из (1) выходит, что

$$|f_2(x)| \geq f(x)^2. \quad (3)$$

Пусть $|y| > 1$. При $x = f(y)$ из (1), (2) и (3) следует, что

$$f_2(y)^2 + f(y)^2 \leq |y - f_3(y)| = \frac{f(y)^2 - y^2}{|y|} < f(y)^2 + y^2,$$

откуда $|y| > |f_2(y)| \geq f(y)^2 = |yf_3(y)|$, то есть $|f_3(y)| < 1$. Значит, $1 > |f_3(y)| \geq f_2(y)^2$, следовательно $|f_2(y)| < 1 \Rightarrow 1 > |f_2(y)| \geq f(y)^2 \Rightarrow |f(y)| < 1$. Следовательно,

$$|f_3(y)|, |f_2(y)|, |f(y)| < 1 \quad \text{при } |y| > 1. \quad (4)$$

Предположим, что существует $t \in \mathbb{R}$ такое, что $c = f(t) \neq 0$. Пусть a действительное число такое, что $|a| > 1$ и $ca > |t| + 1$. Используя (4) при $x = a$ и $y = t$ из (1) получаем, что $|t| + 1 > |t| + |f_2(a)| \geq |t - f_2(a)| \geq |f(a)^2 + af(t)| = f(a)^2 + ca > |t| + 1$, противоречие.

Значит, $f(x) \equiv 0$, что легко проверить удовлетворяет условию задачи.

Задача №3. Дан неравносторонний треугольник ABC . Точки K и N лежат на стороне AC , а точки M и L на стороне BC так, что $AN = CK = CL = BM$. Пусть отрезки KL и MN пересекаются в точке P . Докажите, что $\angle RPN = \angle QPK$, где R — середина стороны AB , а Q — середина дуги ACB окружности, описанной около треугольника ABC .

Решение. Без потери общности положим $AC > BC$. Обозначим $MN \cap AB = X, KL \cap AB = Y$. Применим два раза теорему Менелая для треугольника ABC и его секущих MX и KY . Имеем:

$$\frac{BX}{AX} \cdot \frac{AN}{NC} \cdot \frac{CM}{MB} = 1 = \frac{AY}{BY} \cdot \frac{BL}{LC} \cdot \frac{CK}{KA}.$$

Так как $AN = CK, NC = KA, CM = BL$ и $MB = LC$, то $BX/AX = AY/BY$, откуда $AX = BY$ или точки X и Y симметричны относительно R . Так как обе точки R и Q лежат на серединном перпендикуляре отрезка AB , то треугольник QXY равнобедренный.

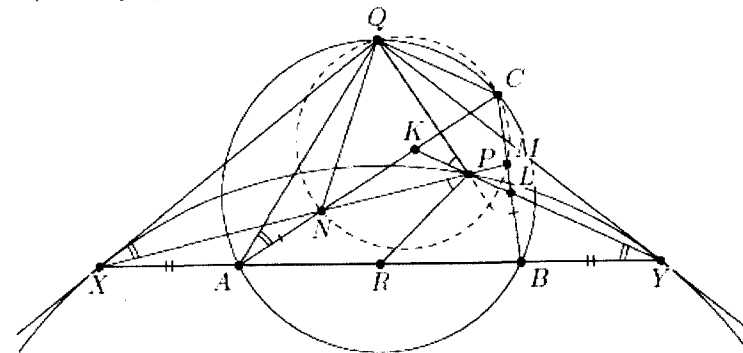


Рис. 2

Так как $QA = QB, AN = BM$ и $\angle CAQ = \angle CBQ$. Значит, треугольники QAN и QBM равны. Отсюда, в частности, следует, что $QM = QN$ и $\angle MQN = \angle ACB$. Из последнего равенства углов следует, что четырёхугольник $MQCN$ вписан в некоторую окружность. Тогда, из вписанности четырёхугольников следует, что $\angle QCM = \angle QNX$, с другой стороны $\angle QCM = \angle QAX$, то есть $\angle QNX = \angle QAX$ или четырёхугольник $ANQX$ вписанный.

Далее, так как Q — середина дуги ACB , то $\angle QAC = \angle QAB$ —

$-\angle CAB = (\angle A + \angle B)/2 - \angle A = \frac{\angle B - \angle A}{2}$. Треугольник CKL равнобедренный, поэтому $\angle KYX = \angle CBA - \angle BLY = \angle B - (90^\circ - \angle C/2) = \angle B - (\angle A/2 + \angle B/2) = (\angle B - \angle A)/2$, то есть $\angle QXA = \angle QAN = (\angle B - \angle A)/2 = \angle PYX$.

Так как треугольник QXY равнобедренный, то $\angle PXY = \angle PYQ$. Следовательно, прямые QX и QY — касательные к описанной окружности треугольника PXY . Тогда по свойству симедианы, прямая QP как раз и есть симедиана треугольника PXY . Значит, $\angle QPK = \angle XPR = \angle RPN$.

Задача №1. Неравнобедренный треугольник ABC вписан в окружность ω . Касательная к этой окружности в точке C пересекает прямую AB в точке D . Пусть биссектриса угла CDB пересекает отрезки AC и BC в точках K и L соответственно. На стороне AB взята точка M такая, что $AK/BL = AM/BM$. Пусть перпендикуляры из точки M к прямым KL и DC пересекают прямые AC и DC в точках P и Q соответственно. Докажите, что угол CQP в два раза меньше угла ACB .

Решение.

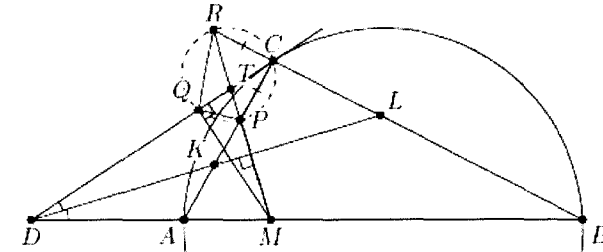


Рис. 3

Пусть $AC < BC$. Так как $\angle DCA = \angle DBC$, то $\angle CKL = \angle KDC + \angle DCA = \angle KDB - \angle DBC = \angle CLK$, то есть треугольник CKL равнобедренный или $CK = CL$. Обозначим точку пересечения прямых MP и BC через R , а точку пересечения прямых MP и CD через T . Биссектриса угла C треугольника ABC и прямая MP — оба перпендикулярны прямой KL . Поэтому MP параллельна этой биссектрисе, то есть $\angle CRP = \angle CPR = \angle C/2$, то есть $CR = CP$.

Из условия задачи и из теоремы Менелая, примененной для треугольника ABC и секущей DL , получим: $\frac{BD}{DA} = \frac{CK \cdot BL}{AK \cdot CL} = \frac{BL}{AK} = \frac{BM}{AM} \Leftrightarrow \frac{BD \cdot AM}{DA \cdot BM} = 1$. Следовательно, четверка точек (D, A, M, B) гармоническая. Спроецируем эту четверку с центром в C на прямую RM . При этой проекции произойдет следующая замена точек: $D \rightarrow T, A \rightarrow P, M \rightarrow M, B \rightarrow R$. По свойству двойного отношения вторая четверка (T, P, M, R) также гармоническая.

Задача №2. Даны действительные числа $x, y, z \geq \frac{1}{2}$ такие, что $x^2 +$

$+y^2+z^2=1$. Докажите неравенство

$$\left(\frac{1}{x} + \frac{1}{y} - \frac{1}{z}\right) \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{y} + \frac{1}{z}\right) \geq 2.$$

Решение. Пусть $a = \frac{1}{x}, b = \frac{1}{y}, c = \frac{1}{z}$. Тогда из условия легко следует, что $\sqrt{2} \leq a, b, c \leq 2$ и нужно доказать, что

$$\frac{1}{x^2} - \left(\frac{1}{y} - \frac{1}{z}\right)^2 \geq 2 \Leftrightarrow a^2 \geq 2 + (b-c)^2.$$

Без ограничения общности $b \geq c$. Пусть $s = b+c, t = b-c$. Тогда $s \geq 2\sqrt{2}$ и $0 \leq t \leq 4-s$. Несложно доказать, что

$$\frac{1}{a^2} = 1 - \left(\frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}\right) \leq 1 - \frac{8}{(b+c)^2} \Rightarrow a^2 \geq \frac{s^2}{s^2-8}.$$

Тогда достаточно доказать, что

$$\frac{s^2}{s^2-8} \geq 2 + t^2 \Leftrightarrow t^2 (s^2-8) \leq 16-s^2. \quad (1)$$

Заметим также неравенство

$$0 \leq t \leq 4-s. \quad (2)$$

Тогда

$$t(s^2-8) \leq (4-s) \cdot \frac{s^2}{2} = 2 \cdot (4-s) \cdot \frac{s}{2} \cdot \frac{s}{2} \leq 2 \left(\frac{4-s+\frac{s}{2}+\frac{s}{2}}{3}\right)^3 = 2 \cdot \left(\frac{4}{3}\right)^3 < 6 < 4+s. \quad (3)$$

Перемножив неравенства (2) и (3) получаем неравенство (1). Равенство достигается когда $x = \frac{1}{\sqrt{2}}, y = z = \frac{1}{2}$.

Задача №3. Бесконечная, строго возрастающая последовательность $\{a_n\}$ натуральных чисел удовлетворяет условию $a_{2n} \leq a_n + a_{n+3}$ при всех $n \geq 1$. Докажите, что существуют бесконечно много троек (k, l, m) натуральных чисел таких, что $k < l < m$ и $a_k + a_m = 2a_l$.

Решение. Лемма 1. $a_n \leq 2n+6$, для бесконечно многих n .

Доказательство. От противного, пусть существует $M > 100$ такое, что $a_n \geq 2n+7 \forall n \geq M$, тогда

$$a_{n+3} \geq a_{2n} - a_n \geq a_n + 7. \quad (1)$$

Пусть $l \in \{3, 4, 5\}$ такое число, что $a_n - n - l \geq 3$. Так как $a_n \geq 2n+7 > n+l$, тогда из (1) следует, что $a_n \geq a_{2n} - a_{n+3} \geq a_{2n} - a_{n+1} \geq \frac{7}{3}(a_n - n - l) \Rightarrow 7(n-l) \geq 4a_n \geq 4(2n+7) \Rightarrow n \leq 7l-28 \leq 7$, противоречие. \square

Множество $X = \{x_1 < x_2 < \dots < x_n\}$ назовем *представимым*, если существуют $1 \leq i < j < k \leq n$ такие, что $x_i + x_k = 2x_j$. Обозначим $\overline{X} = \{x_i + x_j | 1 \leq i < j \leq n\}$.

Лемма 2. Если $X = \{x_1 < x_2 < \dots < x_n\}$ непредставимое множество, то $|\overline{X}| \geq 3|X| - 7$.

Доказательство. Докажем индукцией по n . Если $n \leq 2$, то $|\overline{X}| \geq 0 > 3|X| - 7$. Если $n = 3$, так как $x_1 + x_2 < x_1 + x_3 < x_2 + x_3$, то $|\overline{X}| = 3 > 3|X| - 7$. Если $n = 4$, так как $x_1 + x_2 < x_1 + x_3 < x_1 + x_4 < x_2 + x_4 < x_2 + x_3 < x_3 + x_4$, то $|\overline{X}| \geq 5 = 3|X| - 7$. Пусть утверждение верно для всех чисел меньше n ($n \geq 5$). Докажем для n . Пусть $S = \{x_1 < x_2 < \dots < x_{n-1}\}$ и $A = \{x_i + x_n | 1 \leq i < n\}$. Предположим, что $|\overline{X}| \leq 3n - 8$. Тогда по предположению индукции $3n - 8 \geq |\overline{X}| = |\overline{S \cup A}| = |\overline{S}| + |\overline{A \setminus S}| \geq 3n - 10 - |\overline{A \setminus S}| \Rightarrow |\overline{A \setminus S}| \leq 2$. Заметим, что $x_{n-2} + x_{n-1}$ наибольший элемент \overline{S} и $x_{n-2} + x_{n-1} < x_{n-2} + x_n < x_{n-1} + x_n \Rightarrow x_{n-2} + x_n, x_{n-1} + x_n \in \overline{A \setminus S} \Rightarrow x_1 + x_n, x_2 + x_n, \dots, x_{n-3} + x_n \in \overline{S} \Rightarrow x_{n-3} - x_n = x_{n-2} + x_{n-1} \Rightarrow x_{n-1} - x_{n-1} = x_{n-2} - x_{n-3} \neq x_{n-3} - x_{n-4}$ и $x_n - x_{n-2} = x_{n-1} - x_{n-3} \neq x_{n-3} - x_{n-4} \Rightarrow x_{n-4} + x_n \notin \{x_{n-1} + x_{n-3}, x_{n-2} + x_{n-3}\} \Rightarrow x_{n-4} + x_n \notin \overline{S} \Rightarrow |\overline{A \setminus S}| \geq 3$, противоречие. \square

Лемма 3. Пусть $n > 100$ и $1 \leq x_1 < x_2 < \dots < x_n \leq 2n-1$ — целые числа. Тогда множество $X = \{x_1 < x_2 < \dots < x_n\}$ *представимое*.

Доказательство. От противного. Пусть $B \subset X$ подмножество состоящая из всех четных элементов X , а $C = X \setminus B$. Пусть $|B| = m$, тогда $|C| = n - m$. Заметим, что если $x \in \overline{B}$ или $x \in \overline{C}$, то x четно и $4 \leq x \leq 4n-4 \Rightarrow \overline{B \cup C} \subset \{4, 6, \dots, 4n-4\}$. По предположению множества B и C *непредставимые*, следовательно $2x_1, 2x_2, \dots, 2x_n \notin \overline{B \cup C} \Rightarrow |\overline{B \cup C}| \leq |\{4, 6, \dots, 4n-4\} \setminus \{2x_1, 2x_2, \dots, 2x_n\}| \leq n-1$.

По лемме 2 $|\overline{B \cap C}| = |\overline{B}| + |\overline{C}| - |\overline{B \cup C}| \geq 3m - 7 + 3(n-m) - 7 = (n-1) = 2n-15 > |\overline{B \cup C}|$, противоречие. \square

Предположим, что количество троек удовлетворяющих условию конечно, т.е. существует $M \in \mathbb{N}$ что $a_k - a_m \neq 2a_l$ для любых $m > l > k > M$. По лемме 1 существует бесконечная последовательность натуральных чисел $M < n_1 < n_2 < \dots$ такие, что $a_{n_i} \leq 2n_i + 6$ и $n_{i+1} - n_i > 100$ для каждого $i \in \mathbb{N}$. Предположим, что

$$a_{n_{i+1}} - a_{n_i} \geq 2(n_{i+1} - n_i) + 1, \quad \text{для любого } i \in \mathbb{N}. \quad (2)$$

Пусть $r > 2n_1 - a_{n_1} + 7$ — натуральное число. Просуммировав неравенства (2) для $i = 1, 2, \dots, r-1$ получаем, что $a_{n_r} - a_{n_1} \geq 2(n_r - n_1) + r - 1 \Rightarrow r \leq a_{n_r} - 2n_r + 2n_1 - a_{n_1} + 1 \leq 2n_1 - a_{n_1} + 7 < r$, что невозможно. Значит $a_{n_{i+1}} - a_{n_i} \leq 2(n_{i+1} - n_i)$

при каком-то $i \in \mathbb{N}$. Обозначим $m = n_i, k = n_{i+1} - n_i > 100$. Тогда $a_m < a_{m+1} < \dots < a_{m+k} \leq a_m + 2k$, следовательно по лемме 3 множество $\{a_m, a_{m+1}, \dots, a_{m+k}\}$ *представимое*, противоречие.

Теоретический тур. Продолжительность тура 5 часов

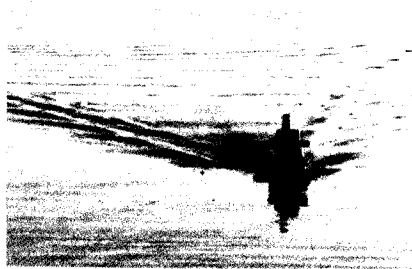
9 КЛАСС

Задача 1. «Солянка» (10,0 балла)

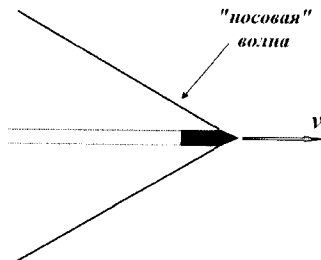
Эта задача состоит из трех независимых частей.

Часть 1А (3,0 балла)

Корабль движется в водоеме со скоростью $v = 10,0$ м/с так, что наблюдается так называемая "носовая" волна, смотрите фотографию на рисунке внизу и слева. На том же рисунке внизу и справа схематически показана эта же волна с соблюдением масштаба. Найдите скорость распространения волн v_w по поверхности водоема.



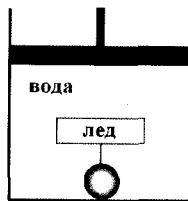
Фотография "носовой" волны корабля



Схематический вид сверху "носовой" волны

Часть 1В (3,5 баллов)

В теплоизолированный цилиндрический сосуд, в котором изначально находился 1 кг воды при температуре 30°C , опустили кусок льда массой 0,2 кг при 0°C с привязанным к нему на веревке металлическим шариком при 0°C так, что лед полностью погрузился под воду (см. рисунок). Масса шарика равна 30 г, а удельная теплоемкость $800 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$. Затем все закрыли невесомым, теплонепроницаемым, подвижным поршнем площадью 100 см^2 . Найдите перемещение поршня и температуру в сосуде в конечном состоянии. Удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$, удельная теплота плавления льда $330 \text{ кДж}/(\text{кг})$, плотность льда $900 \text{ кг}/(\text{м}^3)$.

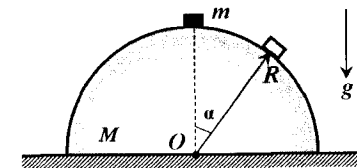


Часть 1С (3,5 баллов)

Текст книги дважды фотографируется фотоаппаратом с объективом, фокусное расстояние, которого равно 50 см. Условия фотографирования следующие: 1) с наименьшего допустимого для этого объектива расстояния 0,5 м; 2) присоединив объектив к камере через удлинительное кольцо высотой 25 мм, также с минимального возможного в этом случае расстояния. Найдите отношение размеров изображений, полученных на фотопленке в этих двух случаях.

Задача 2. Полусфера (10,0 балла)

Небольшое тело массы m покоится на вершине полусферы радиуса R и массы M . Сама полусфера находится на горизонтальной поверхности. В результате очень слабого толчка тело начинает соскальзывать с вершины без трения. Ускорение свободного падения равно g .



Часть 1

В этой части считайте, что сила трения между полусферой и горизонтальной плоскостью настолько велика, что полусфера все время остается неподвижной.

1.1 Для некоторого положения тела на полусфере, определяемым углом α (см. рисунок), запишите уравнение второго закона Ньютона в проекциях на нормальное и тангенциальное направления траектории тела.

1.2 Для некоторого положения тела на полусфере, определяемым углом α (см. рисунок), найдите скорость тела.

1.3 Используя результаты 1.1 и 1.2, найдите высоту над горизонтальной поверхностью, на которой тело оторвется от полусферы.

1.4 Найдите путь, который проходит тело до того места, в котором сила давления, действующая на горизонтальную поверхность со стороны полусферы, равна среднему арифметическому значению силы давления в начальный момент времени и в момент отрыва тела.

Часть 2

В этой части в начальный момент времени, когда тело находится на вершине, полусферу начинают двигать с некоторым постоянным горизонтальным ускорением a .

2.1 Найдите a если известно, что отрыв тела от полусферы произошел на высоте $h = 4/5R$ от горизонтальной поверхности.

Часть 3

Пусть снова тело покоится на вершине полусферы, которая теперь может свободно двигаться по горизонтальной поверхности без трения. В

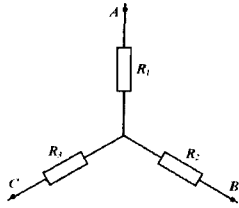
результате очень слабого толчка тело начинает соскальзывать с вершины без трения и отрывается от полусферы на высоте $H = 5/6R$.

3.1 Найдите отношение масс полусферы и тела M/m .

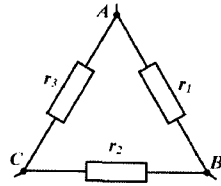
Задача 3. Трехполюсники (10,0 балла)

Часть 1

На рисунке ниже показаны две схемы сопротивлений, называемых трехполюсниками, так как каждая из них содержит три точки подключения, обозначенные A, B и C . Одна из схем называется "звездочка", другая – "треугольник".



Трехполюсник "звездочка"



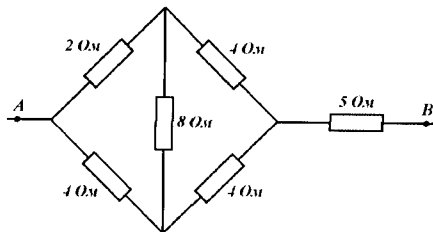
Трехполюсник "треугольник"

1.1 Считая сопротивления R_1, R_2 и R_3 известными, найдите сопротивление в схеме "звездочка", если источник тока подключить к точкам A и B .

1.2 Считая сопротивления r_1, r_2 и r_3 известными, найдите сопротивление в схеме "треугольник", если источник тока подключить к точкам A и B .

1.3 Пусть значения сопротивлений в схеме "звездочка" равны соответственно $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 12 \text{ Ом}$, $R_3 = 18 \text{ Ом}$. Найдите общее выражение и рассчитайте такие r_1, r_2 и r_3 , чтобы схемы "звездочка" и "треугольник" были полностью эквивалентными при любом способе подключения этих схем (с учетом обозначения точек подключения) к источникам постоянного напряжения и другим сопротивлениям.

1.4 Найдите общее электрическое сопротивление R_{AB} между точками A и B в схеме, приведенной ниже.



Часть 2

Шесть резисторов r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 и r_6 соединены в более сложный трехполюсник, полученный комбинацией схем "звездочка" и "треугольник" и показанный на рисунке ниже.

2.1 Считая, что все сопротивления одинаковы и равны r , найдите общее R_1 сопротивление между точками A и B .

2.2 Считая, что все сопротивления одинаковы и равны r , и что резистор r_3 замкнут, найдите общее R_2 сопротивление между точками A и B .

2.3 Считая, что все сопротивления одинаковы и равны r , и что точки A и C замкнуты, найдите общее R_3 сопротивление между точками A и B .

Пусть все резисторы в той же схеме имеют разные сопротивления 1, 2, 3, 4, 5 и 6 Ом, но неизвестно, какие из них и на каком месте в схеме они находятся. Оказалось, что сопротивление между точками A и B в точности равно $R_{AB} = \frac{94}{13} \text{ Ом}$.

2.4 Найдите величину $r_1 + r_2 + r_3$.

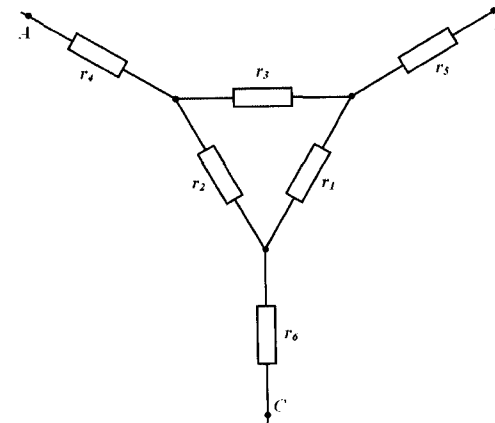
2.5 Продемонстрируйте, что сопротивление R_{AB} можно представить в виде

$$R_{AB} = n_1 + p,$$

где $p = n_2(13 - n_2)/13$, а n_1, n_2 – целые числа.

2.6 Рассчитайте все возможные значения p и соответствующие им значения r_3 .

2.7 Найдите значение сопротивления r_3 .



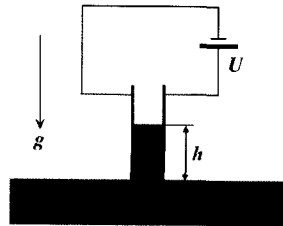
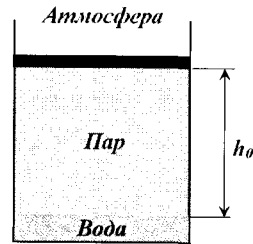
10 КЛАСС

Задача 1 (10,0 балла)

Эта задача состоит из трех независимых частей.

Часть 1А (3,0 балла)

В цилиндр с внутренним диаметром $D = 24,0$ см вставлен невесомый поршень, под которым в равновесии содержится только вода и пар при температуре $t_0 = 100^\circ\text{C}$. В начальный момент времени высота поршня над поверхностью воды составляет $h_0 = 20,0$ см. Считайте, что температура в цилиндре поддерживается постоянной и равной t_0 с помощью термостата. Поршень вдвигают внутрь цилиндра так, что его высота над уровнем воды составляет $h = 10,0$ см. Найдите количество теплоты Q , переданное термостату в этом процессе. Атмосферное давление $p_0 = 1,01 \cdot 10^5$ Па, давление насыщенного водяного пара при температуре $t_0 = 100^\circ\text{C}$ равно $p_0 = 1,01 \cdot 10^5$ Па, молярная масса воды $\mu = 18,0 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль \cdot К), теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг \cdot $^\circ\text{C}$), удельная теплота испарения воды $L = 2,26 \cdot 10^6$ Дж/кг. Теплоемкостью поршня пренебречь.



Часть 1В (3,5 баллов)

Плоский конденсатор с прямоугольными пластинами, подключенный к источнику постоянного напряжения $U = 100$ В, установлен в вертикальном положении так, что его пластины соприкасаются с водой, которая является диэлектрической жидкостью (см. рисунок). Диэлектрическая проницаемость воды $\epsilon = 81$, а плотность $\rho = 10^3$ кг/м³.

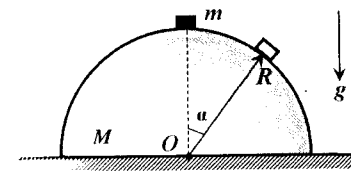
Расстояние между пластинами $d = 0,5$ мм много меньше линейных размеров пластин. Определите установившуюся высоту h поднятия жидкости между пластинами. Ускорение свободного падения равно $g = 9,81$ м/с². Капиллярными эффектами пренебречь.

Часть 1С (3,5 баллов)

Текст книги дважды фотографируется фотоаппаратом с объективом, фокусное расстояние, которого равно 50 см. Условия фотографирования следующие: 1) с наименьшего допустимого для этого объектива расстояния 0,5 м; 2) присоединив объектив к камере через удлинительное кольцо высотой 25 мм, также с минимального возможного в этом случае расстояния. Найдите отношение размеров изображений, полученных на фотопленке в этих двух случаях.

Задача 2. Полусфера (10,0 балла)

Небольшое тело массы m покоится на вершине полусферы радиуса



R и массы M . Сама полусфера находится на горизонтальной поверхности. В результате очень слабого толчка тело начинает соскальзывать с вершины без трения. Ускорение свободного падения равно g .

Часть 1

В этой части считайте, что сила трения между полусферой и горизонтальной плоскостью настолько велика, что полусфера все время остается неподвижной.

1.1 Для некоторого положения тела на полусфере, определяемом углом α (см. рисунок), запишите уравнение второго закона Ньютона в проекциях на нормальное и тангенциальное направления траектории тела.

1.2 Для некоторого положения тела на полусфере, определяемом углом α (см. рисунок), найдите скорость тела.

1.3 Используя результаты 1.1 и 1.2, найдите высоту над горизонтальной поверхностью, на которой тело оторвется от полусферы.

1.4 Найдите путь, который проходит тело до того места, в котором сила давления, действующая на горизонтальную поверхность со стороны полусферы, равна среднему арифметическому значению силы давления в начальный момент времени и в момент отрыва тела.

Часть 2

Пусть тело покоится на вершине полусферы, которая теперь может двигаться по горизонтальной поверхности без трения. В результате очень слабого толчка тело начинает соскальзывать с вершины без трения и отрывается от полусферы на высоте $H = 7/10R$.

2.1 Найдите отношение масс полусферы и тела M/m .

Часть 3

Пусть однородный шарик покоится на вершине полусферы, которая вновь жестко прикреплена к горизонтальной поверхности. Между шариком и поверхностью полусферы действует сила трения. В результате очень слабого толчка шарик начинает скатываться с вершины и на высоте $H = 4/5R$ начинается его проскальзывание.

3.1 Найдите коэффициент трения μ шарика о поверхность полусферы.

Задача 3. Заряженные частицы в магнитных полях (10,0 балла)

Часть 1

В природе существует материя и антиматерия, то есть у каждой частицы существует античастица. Например, для электрона античастицей

является позитрон, который имеет все характеристики электрона, за исключением электрического заряда, который положителен и равен по абсолютной величине заряду электрона. Считать известными значение элементарного заряда $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, массу электрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, а также диэлектрическую постоянную $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

1.1 Атом позитрония состоит из электрона и позитрона, вращающихся по круговым орбитам. Полная энергия позитрония в системе центра масс составляет $E = -3,60$ эВ. Найдите и рассчитайте угловую частоту вращения частиц ω_0 и расстояние r между ними.

1.2 Атом позитрония помещают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 150$ Тл, направленной перпендикулярно плоскости их орбит. Считая при этом, что момент импульса позитрония остался неизменным, найдите и вычислите относительное изменение угловой частоты вращения частиц $(\omega - \omega_0)/\omega_0$ в присутствии магнитного поля.

Часть 2

Назовем семейством траекторий частицы совокупность всех круговых орбит разного радиуса с совпадающим общим центром и одинаковым моментом импульса относительно него. Истинная траектория частицы называется устойчивой, если при небольшом ее возмущении в пределах семейства, к которому она относится, возникают силы, старающиеся восстановить начальную траекторию. Если восстанавливающая сила равна нулю, то такая траектория называется безразличной по отношению к малым возмущениям, а если суммарная сила старается дальше изменить радиус траектории в семействе, то она называется неустойчивой.

2.1 Электрон вращается по круговой орбите в однородном магнитном поле. Докажите, является ли устойчивой или неустойчивой круговая орбита электрона.

2.2 Электрон вращается в магнитном поле по круговой орбите радиуса r_0 и имеет момент импульса L относительно ее центра. Известно, что индукция магнитного поля вблизи орбиты линейно зависит от расстояния до ее центра, то есть $B = C_1 r + C_2$, и что траектория электрона является безразличной по отношению к малым возмущениям. Определите константы C_1 и C_2 .

2.3 Электрон вращается в магнитном поле по круговой орбите и имеет момент импульса L так, что любая круговая траектория из семейства траекторий является безразличной по отношению к малым возмущениям. Найдите зависимость индукции магнитного поля от расстояния до центра орбиты r .

Часть 3

Частицу с удельным зарядом γ помещают в вертикальное гравитационное поле с ускорением свободного падения g и горизонтальное магнитное поле с индукцией B . В начальный момент времени частица отпускается из состояния покоя, а ее дальнейшая

траектория представляет собой периодически повторяющийся участок, называемый циклоидой.

3.1 Найдите максимальную высоту h , на которую опускается частица относительно начального положения.

3.2 Найдите шаг s циклоиды, то есть расстояние между двумя соседними точками останова.

Часть 4

В вершинах равностороннего треугольника со стороной a_0 удерживаются три одинаковых частицы с зарядом q и массой m . Система находится в однородном магнитном поле индукции B , перпендикулярном плоскости треугольника. Заряды одновременно отпускают.

4.1 Найдите максимальное расстояние r_{max} между двумя частицами в процессе движения.

4.2 Найдите максимальный момент импульса L_{max} системы в процессе движения.

11 КЛАСС

Список необходимых физических величин, констант и математических формул

Атмосферное давление $p_0 = 1,01 \cdot 10^5$ Па

Давление насыщенного водяного пара при температуре $t_0 = 100^\circ\text{C}$

$p_0 = 1,01 \cdot 10^5$ Па

Давление насыщенного водяного пара при температуре $t_0 = 103^\circ\text{C}$

$p_0 = 1,13 \cdot 10^5$ Па

Молярная масса воды $\mu = 18,0 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль \cdot К)

Теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг \cdot $^\circ\text{C}$)

Удельная теплота испарения воды $L = 2,26 \cdot 10^6$ Дж/кг

Ускорение свободного падения

$g = 9,81$ м/с²

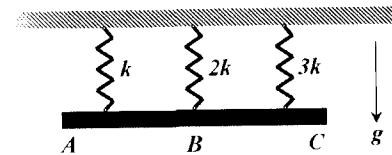
Элементарный заряд $e = 1,6 \cdot$

10^{-19} Кл

Масса электрона $m_e = 9,11 \cdot$

10^{-31} кг.

Диэлектрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м



Задача 1 (10,0 балла)

Эта задача состоит из трех независимых частей.

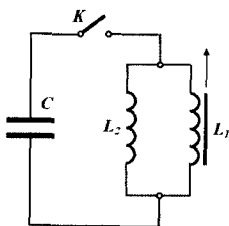
Часть 1А (3,0 балла)

Три пружины, которые в недеформированном состоянии имеют одинаковую длину, прикреплены к горизонтальному потолку на одинаковом расстоянии друг от друга. На них подвешивают однородную

балку ABC массой M так, что центр балки B совпадает с центральной пружиной.. Жесткости пружин достаточно велики и равны $k, 2k$ и $3k$ соответственно. Найдите силы растяжения каждой пружины. Ускорение свободного падения равно g .

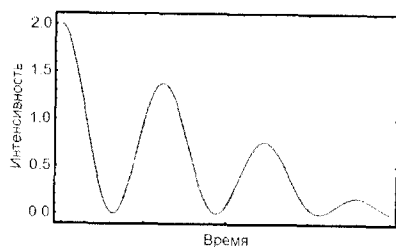
Часть 1В (3,5 балла)

В колебательном контуре конденсатор емкостью C заряжен до некоторого напряжения (см. рисунок). После замыкания ключа K в контуре происходят свободные незатухающие колебания, при которых амплитудное значение тока в катушке индуктивностью L_2 равно I_{2m} . Когда ток в катушке индуктивностью L_1 достигает максимального значения, из нее быстро (за время, малое по сравнению с периодом колебаний) выдвигают сердечник, что приводит к уменьшению ее индуктивности в μ раз. Найдите максимальное напряжение на конденсаторах при колебаниях в контуре после выдвигения сердечника.



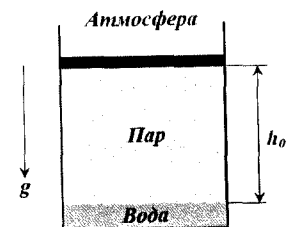
Часть 1С (3,5 балла)

Радиотелескоп имеет две антенны, расположенные на экваторе на расстоянии $L = 150.0$ м вдоль линии восток-запад. В полдень 21 марта, когда Солнце было прямо над головой, был записан его радиосигнал на длине волны $\lambda = 1.75$ м. Запись производится следующим образом: сигнал, принимаемый каждой антенной, усиливается и передается через кабели одинаковой длины на сумматор, в котором сигналы складываются. На рисунке показана зависимость интенсивность результирующего сигнала от времени. Определите интервал времени Δt между двумя соседними максимумами.



Задача 2. Фазовое равновесие (10,0 балла)

В цилиндр с внутренним диаметром $D = 24,0$ см вставлен невесомый поршень, под которым в равновесии содержится только вода и пар при температуре $t_0 = 100^\circ\text{C}$. В начальный момент времени высота поршня над поверхностью воды составляет $h_0 = 20.0$ см, а масса воды — $m_0 = 8.00$ г.



Часть 1

В данной части считайте, что температура в цилиндре поддерживается постоянной и равной t_0 с помощью термостата.

1.1 Найдите начальное давление пара под цилиндром p_i .

Поршень вдвигают внутрь цилиндра так, что его высота над уровнем воды составляет $h = 10,0$ см

1.2 Найдите конечное давление пара под цилиндром p_f .

1.3 Найдите молярную емкость C_V водяного пара при постоянном объеме.

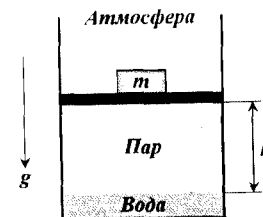
1.4 Найдите работу A , которая была совершена над газом, чтобы вдвинуть поршень.

1.5 Найдите количество теплоты Q , переданное термостату в этом процессе.

1.6 Внешнее атмосферное давление возросло на величину $\Delta p = 10.0$ кПа. Найдите новую температуру термостата, при которой под поршнем будет находиться водяной пар.

Часть 2

Систему приводят в начальное состояние, но при этом ее адиабатически изолируют от внешней среды, то есть материал стенок цилиндра и поршня больше не проводят тепло. На цилиндр сверху ставят груз массой $m = 100$ кг.



2.1 Найдите конечное давление пара под цилиндром p_f .

2.2 Найдите конечную температуру пара под цилиндром T_f .

2.3 Найдите конечную массу воды под цилиндром m_{wf} .

2.4 Найдите конечную высоту поршня h над уровнем воды.

Задача 3. Заряженные частицы в магнитных полях (10,0 балла)

Часть 1

В природе существует материя и антиматерия, то есть у каждой частицы существует античастица. Например, для электрона античастицей является позитрон, который имеет все характеристики электрона, за исключением электрического заряда, который положителен и равен по абсолютной величине заряду электрона.

1.1 Атом позитрония состоит из электрона и позитрона, вращающихся по круговым орбитам. Полная энергия позитрония в системе центра масс составляет $E = -3,60$ эВ. Найдите и рассчитайте угловую частоту вращения частиц ω_0 и расстояние r_0 между ними.

1.2 Атом позитрония помещают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 150$ Тл, направленной перпендикулярно плоскости их орбит, которые и в этом случае остаются круговыми. Считая при этом, что расстояние между частицами осталось неизменным, найдите и вычислите относительное изменение угловой частоты вращения частиц $(\omega - \omega_0)/\omega_0$.

Часть 2

Назовем семейством траекторий частицы совокупность всех круговых орбит разного радиуса с совпадающим общим центром и одинаковым моментом импульса относительно него. Истинная траектория частицы называется устойчивой, если при небольшом ее возмущении в пределах семейства, к которому она относится, возникают силы, старающиеся восстановить начальную траекторию. Если восстанавливающая сила равна нулю, то такая траектория называется безразличной по отношению к малым возмущениям, а если суммарная сила старается дальше изменить радиус траектории в семействе, то она называется неустойчивой.

2.1 Электрон вращается по круговой орбите в однородном магнитном поле. Докажите, является ли устойчивой или неустойчивой круговая орбита электрона.

2.2 Электрон вращается в магнитном поле по круговой орбите радиуса r_0 и имеет момент импульса L относительно ее центра. Известно, что индукция магнитного поля вблизи орбиты линейно зависит от расстояния до ее центра, то есть $B = C_1 r + C_2$, и что траектория электрона является безразличной по отношению к малым возмущениям. Определите константы C_1 и C_2 .

2.3 Электрон вращается в магнитном поле по круговой орбите и имеет момент импульса L так, что любая круговая траектория из семейства траекторий является безразличной по отношению к малым возмущениям. Найдите зависимость индукции магнитного поля от расстояния до центра орбиты r .

Часть 3

Частицу с удельным зарядом γ помещают в вертикальное

гравитационное поле с ускорением свободного падения g и горизонтальное магнитное поле с индукцией B . В начальный момент времени частица отпускается из состояния покоя, а ее дальнейшая траектория представляет собой периодически повторяющийся участок, называемый циклоидой.

3.1 Найдите максимальную высоту h , на которую опускается частица относительно начального положения.

3.2 Найдите шаг s циклоиды, то есть расстояние между двумя соседними точками останова.

Часть 4

В вершинах равностороннего треугольника со стороной a_0 удерживаются три одинаковых частицы с зарядом q и массой m . Система находится в однородном магнитном поле индукции B , перпендикулярном плоскости треугольника. Заряды одновременно отпускают.

4.1 Найдите максимальное расстояние r_{max} между двумя частицами в процессе движения.

4.2 Найдите максимальный момент импульса L_{max} системы в процессе движения.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

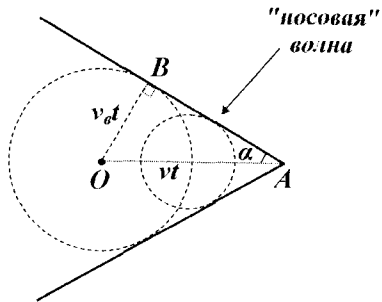
9 КЛАСС

Задача 1. «Солянка» (10,0 балла)

Эта задача состоит из трех независимых частей.

Часть 1А (3,0 балла)

Пусть корабль достиг некоторой точки O и возбудил в нем волну, которая начала сферически распространяться в воде. Схематически это показано на рисунке ниже.



[1,0 б]

За время t корабль пройдет путь из O в A , равный

$$OA = vt. \quad (1)$$

За это же время волна из точки распространится по кругу радиуса

$$OB = v_w t. \quad (2)$$

В действительности, корабль все время будет источником сферических волн, огибающая которых и представляет "носую" волну.

Поскольку AB является касательной к окружностям, то угол $ABO = 90^\circ$.

Из схемы можно измерить, что угол

$$\alpha = 30^\circ. \quad (3)$$

Из рисунка находим, что

$$\sin \alpha = \frac{v_w}{v}. \quad (4)$$

Отсюда находим

$$v_w = v \sin \alpha = 5.0 \text{ м/с}. \quad (5)$$

Часть 1В (3,5 баллов)

Сначала нужно определить растает ли лед полностью или же частично:

$$Q_L = Lm_l = 330 \cdot 10^3 \cdot 0,2 = 66 \text{ кДж} \quad (1)$$

$$Q_B = c_w m_w \Delta t = 4,2 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 30 = 126 \text{ кДж} \quad (2)$$

$Q_B > Q_L$, лед растает полностью.

Запишем уравнение теплового баланса:

$$c_w m_w \Delta t = Lm_l + c_{ш} m_{ш} \Delta t + c_b m_b \Delta t \quad [0,5 \text{ б}] \quad (3)$$

$$t_k = 11,85^\circ \text{C} \approx 12^\circ \text{C} \quad [0,5 \text{ б}] \quad (4)$$

Изменение объема воды под поршнем зависит от объема воды, полученного от таяния льда. Объем льда составляет:

$$V_{л,н} = \frac{m_l}{\rho_l} = \frac{0,2}{900} = 0,222 \text{ м}^3 \quad [0,5 \text{ б}] \quad (5)$$

Объем, полученной воды от таяния льда:

$$V_{л,к} = \frac{m_l}{\rho_w} = \frac{0,2}{1000} = 0,200 \text{ м}^3 \quad [0,5 \text{ б}] \quad (6)$$

$V_{л,н} > V_{л,к}$, значит, конечный объем воды уменьшился относительно начального объема. Поршень опустился. Теперь нужно определить на какую высоту переместится поршень:

$$\Delta h = \frac{|V_{л,к} - V_{л,н}|}{S} = \frac{22 \cdot 10^{-6}}{100 \cdot 10^{-4}} = 0,22 \text{ см} \quad [0,5 \text{ б}] \quad (7)$$

Часть 1С (3,5 баллов)

По формуле линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}, \quad [0,3 \text{ б}] \quad (1)$$

Из уравнения (1) получим расстояние от объектива до фотопленки:

$$f = \frac{dF}{d-F} \quad [0,2 \text{ б}] \quad (2)$$

Увеличение изображения равно:

$$\Gamma_1 = \frac{f}{a} = \frac{F}{d-F} \quad [0,5 \text{ б}] \quad (3)$$

Во втором случае фотографирования расстояние от объектива до пленки равно:

$$f_1 = f + h \quad [0,5 \text{ б}] \quad (4)$$

Увеличение в этом случае:

$$\Gamma_2 = \frac{F}{d_1 - F} \quad [0,5 \text{ б}] \quad (5)$$

где d_1 – наименьшее расстояние от объектива до фотографируемого предмета, которое равно:

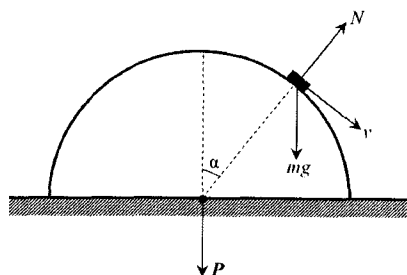
$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}, \quad [0,3 \text{ б}] \quad d_1 = \frac{f_1 F}{f_1 - F} \quad [0,2 \text{ б}] \quad (6)$$

Тогда, отношение размеров изображений равно отношению увеличений:

$$\beta = \frac{\Gamma_2}{\Gamma_1} = \frac{(d-F)h}{F^2} + 1 = 1 \quad [1,0 \text{ б}] \quad (7)$$

Задача 2. Полусфера (10,0 балла)

1.1 Силы, действующие на тело в процессе движения, изображены на рисунке: это сила тяжести $m\vec{g}$ и сила реакции со стороны полусферы \vec{N} .



Так как тело движется по полусфере, то его траекторией является окружность радиуса R . Уравнения движения второго закона Ньютона в проекциях на тангенциальное и нормальное направления имеют вид:

$$ma_{\tau} = mg \sin \alpha, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (1)$$

$$ma_n = mg \cos \alpha - N, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (2)$$

а нормальное ускорение тела определяется формулой

$$a_n = \frac{v^2}{R}, \quad [0,1 \text{ б}] \quad (3)$$

где v – скорость тела.

1.2 В системе отсутствует трение, а значит выполняется закон сохранения энергии, который в данном случае имеет вид

$$mgR = \frac{mv^2}{2} + mgR \cos \alpha, \quad [0,5 \text{ б}] \quad (4)$$

откуда находим выражение для скорости

$$v = \sqrt{2gR(1 - \cos \alpha)}. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (5)$$

1.3 В соответствии с формулой (2) движение тела по окружности обеспечивается компонентой силы тяжести, которая убывает со временем. С другой стороны скорость тела растет со временем, что видно из формулы (5). Это означает, что в некоторый момент времени компонента силы тяжести не сможет удержать тело на полусфере и произойдет отрыв. В этот момент времени контакт тела с полусферой прервется, а значит выполнится условие

$$N = 0. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (6)$$

Решая совместно уравнения (2), (3), (5) и (6), получаем

$$\cos \alpha_0 = \frac{2}{3}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (7)$$

Высота тела над горизонтальной поверхностью в этот момент составляет

$$H = R \cos \alpha_0 = \frac{2}{3}R. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (8)$$

1.4 Сила давления P полусферы на горизонтальную поверхность равна

$$P = Mg + N \cos \alpha. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (9)$$

Подстановка в это выражение формул (2), (3) и (5) дает

$$P = Mg + mg(3 \cos \alpha - 2) \cos \alpha. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (10)$$

По условию в некоторый момент времени эта сила должна быть равна средней силе:

$$P = Mg + \frac{mg}{2}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (11)$$

Приравняв (10) и (11), получаем квадратное уравнение для косинуса угла

$$6 \cos^2 \alpha - 4 \cos \alpha - 1 = 0, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (12)$$

которое имеет два решения

$$\cos \alpha = \frac{1 \pm \sqrt{5/2}}{3}. \quad (13)$$

Нас интересует только положительный корень, который равен

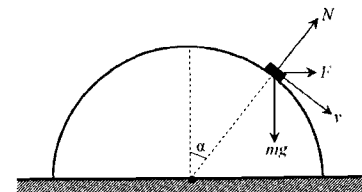
$$\cos \alpha = \frac{1 + \sqrt{5/2}}{3}, \quad (14)$$

который соответствует пройденному пути

$$s = R\alpha = R \arccos \left(\frac{1 + \sqrt{5/2}}{3} \right). \quad [0,5 \text{ б}] \quad (15)$$

2.1 Данная задача проще всего решается в системе отсчета, связанной с полусферой, так как она в ней покоится и можно использовать идеи, изложенные выше. В этой системе отсчета на тело дополнительно действует горизонтальная сила инерции, которая равна

$$F = ma. \quad (16)$$



Уравнение второго закона Ньютона в проекции на нормальное направление переписывается в виде

$$mg \cos \alpha - ma \sin \alpha - N = \frac{mv^2}{R}. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (17)$$

В законе сохранения энергии появляется дополнительный член, связанный с работой силы инерции, которая равна

$$A = ma R \sin \alpha, \quad [0,5 \text{ б}] \quad (18)$$

а значит закон сохранения энергии переписывается в виде

$$mgR + A = \frac{mv^2}{2} + mgR \cos \alpha. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (19)$$

В момент отрыва $N = 0$ и совместное решение (16)-(19) приводит к выражению

$$a = g \frac{3 \cos \alpha - 2}{3 \sin \alpha}. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (20)$$

По условию отрыв происходит на высоте $H = 4/5R$, то есть

$$\cos \alpha = \frac{4}{5}, \quad \sin \alpha = \frac{3}{5}, \quad [0,5 \text{ б}] \quad (21)$$

откуда получаем окончательный ответ

$$a = \frac{2}{9}g. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (22)$$

3.1 Обозначим скорость полусферы u , а горизонтальную и вертикальную составляющую тела v_x и v_y соответственно. Тогда закон сохранения энергии запишется в виде

$$mgR = \frac{Mu^2}{2} + \frac{mv_x^2}{2} + \frac{mv_y^2}{2} + mgR \cos \alpha. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (23)$$

В горизонтальном направлении на систему не действуют внешние силы, а значит выполняется закон сохранения импульса на это направление

$$Mu = mv_x. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (24)$$

Так как тело все время остается в контакте с полусферой, то его относительная скорость должна быть направлена по касательной, то есть должна выполняться кинематическая связь

$$v_y = (u + v_x) \operatorname{tg} \alpha. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (25)$$

Совместное решение уравнений (23)-(25) дает

$$v_y = \sqrt{\frac{2gR(1-\cos\alpha)}{1 + \frac{M}{M+m} \operatorname{ctg}^2 \alpha}}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (26)$$

Скорость тела в системе отсчета полусферы равна

$$v_{\text{отн}} = \frac{v_y}{\sin \alpha} = \sqrt{\frac{2gR(1-\cos\alpha)}{1 - \frac{m}{M+m} \cos^2 \alpha}}. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (27)$$

а нормальное ускорение составляет

$$a_n = \frac{v_{\text{отн}}^2}{R} = \frac{2g(1-\cos\alpha)}{1 - \frac{m}{M+m} \cos^2 \alpha}. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (28)$$

В момент отрыва $N = 0$, то есть система отсчета, связанная с полусферой является инерциальной, а значит уравнение движения по-прежнему записывается в виде (2), что даёт

$$\frac{M}{m} = \frac{\cos^3 \alpha - 3\cos \alpha + 2}{3\cos \alpha - 2}. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (29)$$

По условию отрыв происходит на высоте $H = 7/10R$, то есть

$$\cos \alpha = \frac{7}{10}, \text{ поэтому} \quad [0,5 \text{ б}] \quad (30)$$

$$\frac{M}{m} = \frac{243}{100}.$$

Задача 3. Трехполюсники (10,0 балла)

1.1 Если источник тока подключить к точкам A и B , то сопротивление R_3 окажется не подключенным, а сопротивления R_1 и R_2 – соединенными последовательно, а значит полное сопротивление равно

$$R_{AB} = R_1 + R_2. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (1)$$

1.2 В этом случае сопротивление r_1 оказывается подключенным параллельно к сопротивлениям r_2 и r_3 , которые включены последовательно, следовательно

$$R'_{AB} = \frac{r_1(r_2+r_3)}{r_1+r_2+r_3}. \quad [0,7 \text{ б}] \quad (2)$$

1.3 Для того, чтобы схема "звездочка" и "треугольник" были полностью эквивалентными, необходимо чтобы электрические сопротивления между всеми соответствующими точками совпадали. Например, $R_{AB} = R'_{AB}$. Это приводит нас к системе уравнений

$$R_1 + R_2 = \frac{r_1(r_2+r_3)}{r_1+r_2+r_3}, \quad [0,1 \text{ б}] \quad (3)$$

$$R_2 + R_3 = \frac{r_2(r_1+r_3)}{r_1+r_2+r_3}, \quad [0,1 \text{ б}] \quad (4)$$

$$R_1 + R_3 = \frac{r_3(r_1+r_2)}{r_1+r_2+r_3}, \quad [0,1 \text{ б}] \quad (5)$$

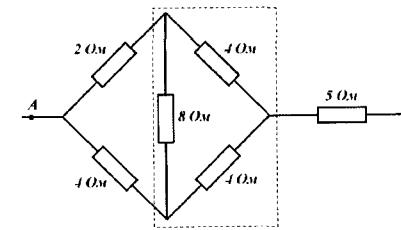
Решая систему уравнений (3)-(5), получим

$$r_1 = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}{R_3} = 22 \text{ Ом}, \quad [0,4 \text{ б}] \quad (6)$$

$$r_2 = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}{R_1} = 66 \text{ Ом}, \quad [0,4 \text{ б}] \quad (7)$$

$$r_3 = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}{R_1} = 33 \text{ Ом}. \quad [0,4 \text{ б}] \quad (8)$$

1.4 Рассмотрим часть схемы, выделенную прямоугольником на рисунке ниже.



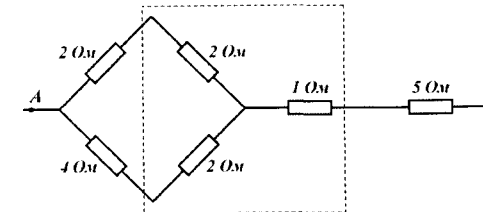
Она представляет собой трехполюсник "треугольник", который можно свести к трехполюснику "звездочка". Для этого надо решить уравнения, обратные к (6)-(8), что дает

$$R_1 = \frac{r_1 r_3}{r_1 r_2 + r_2 r_3 + r_1 r_3} = 1 \text{ Ом}, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (9)$$

$$R_2 = \frac{r_1 r_2}{r_1 r_2 + r_2 r_3 + r_1 r_3} = 2 \text{ Ом}, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (10)$$

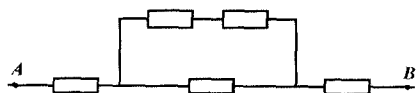
$$R_3 = \frac{r_2 r_3}{r_1 r_2 + r_2 r_3 + r_1 r_3} = 2 \text{ Ом}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (11)$$

Таким образом, эквивалентная схема подключения перерисовывается в виде, показанном ниже.



Общее сопротивление этой схемы уже легко считается и равно $R_{AB} = 8,4 \text{ Ом}$. [0,4 б] (12)

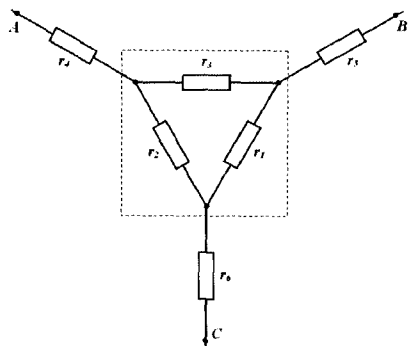
2.1 При подключении источника к точкам A и B резистор r_6 оказывается выключенным из схемы, так как он подсоединен в ней одним проводом. Таким образом получается эквивалентная схема, показанная на рисунке ниже.



Общее сопротивление легко подсчитывается и оказывается равным

$$R_1 = \frac{8}{3}r. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (13)$$

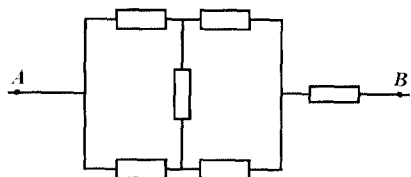
2.2 При подключении источника к точкам A и B и закорачивании резистора r_3 оказывается выключенной часть схемы, показанная на рисунке ниже пунктиром.



Таким образом, эквивалентная схема представляем собой два резистора r_4 и r_5 , соединенные последовательно. Общее сопротивление легко подсчитывается и оказывается равным

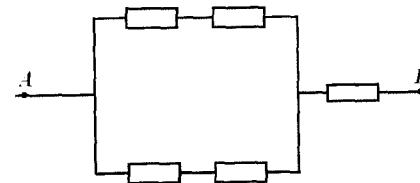
$$R_2 = 2r. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (14)$$

2.3 При закорачивании точек A и C их можно считать совпадающими, поэтому эквивалентная схема принимает вид, показанный ниже.



[0,1 б]

Вертикальный резистор оказывается не подключенным, так что его можно удалить, что приводит к схеме, показанной ниже.



[0,4 б]

Общее сопротивление легко подсчитывается и оказывается равным

$$R_3 = 2r. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (15)$$

2.4 Общее сопротивление между точками A и B равно

$$R_{AB} = r_4 + r_5 + \frac{r_3(r_1+r_2)}{r_1+r_2+r_3}. \quad [0,8 \text{ б}] \quad (16)$$

Так как $R_{AB} = \frac{97}{13}$ Ом, то, так как сопротивления могут меняться от 1 до 6 Ом, отсюда следует, что

$$r_1 + r_2 + r_3 = 13 \text{ Ом}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (17)$$

2.5 Преобразуем выражение (15) следующим образом

$$R_{AB} = r_4 + r_5 + \frac{r_3(r_1+r_2)}{r_1+r_2+r_3} = r_4 + r_5 + \frac{r_3(r_1+r_2+r_3-r_3)}{r_1+r_2+r_3} = r_4 + r_5 + \frac{r_3(13-r_3)}{13}. \quad [0,6 \text{ б}] \quad (18)$$

Так как сопротивления являются целыми числами, то обозначив

$$n_1 = r_4 + r_5, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (19)$$

$$n_2 = r_3, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (20)$$

получаем

$$R_{AB} = n_1 + p, \quad (21)$$

где $p = n_2(13 - n_2)/13$, а n_1, n_2 – целые числа.

2.6 Так как значение n_2 совпадает с r_3 , то получаем следующую таблицу [1,2 б]

r_3	p
1	$\frac{12}{13}$
2	$\frac{22}{13}$
3	$\frac{30}{13}$
4	$\frac{36}{13}$
5	$\frac{40}{13}$
6	$\frac{42}{13}$

2.7 Так как разница между R_{AB} и p должна быть целым числом, то из приведенной в пункте таблицы следует, что сопротивление r_3 равно

$$r_3 = 6 \text{ Ом}. \quad [1,3 \text{ б}] \quad (22)$$

10 КЛАСС

Задача 1 (10,0 балла)

Эта задача состоит из трех независимых частей.

Часть 1А (3,0 балла)

Начальное давление пара под цилиндром определяется равновесием поршня. Так как он невесомый, то давление с обеих сторон поршня должно быть одинаковым, то есть

$$p_i = p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па.} \quad [0,2 \text{ б}] \quad (1)$$

Давление насыщенного пара определяется его температурой и от объема не зависит, поэтому из условия равновесия поршня следует, что

$$p_f = p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па.} \quad [0,2 \text{ б}] \quad (2)$$

Молекула воды является трехатомной, поэтому она обладает тремя поступательными и тремя вращательными степенями свободы. В соответствии с законом равномерного распределения энергии по степеням свободы, получаем

$$C_V = \frac{3}{2}R + \frac{3}{2}R = 3R = 24,9 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (3)$$

Площадь поперечного сечения поршня равна

$$S = \frac{\pi D^2}{4}, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (4)$$

а изменение объема пара под поршнем составляет

$$\Delta V = S(h_0 - h). \quad [0,2 \text{ б}] \quad (5)$$

Так как давление пара под поршнем остается постоянным, то работа, совершаемая над ним, равна

$$A = p_0 \Delta V = p_0 S(h_0 - h) = 457 \text{ Дж.} \quad [0,2 \text{ б}] \quad (6)$$

Плотность насыщенного водяного пара над поверхностью воды составляет

$$\rho_0 = \frac{\mu p_0}{RT_0}, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (7)$$

где μ – молярная масса воды.

При движении поршня конденсируется часть водяного пара массой

$$\Delta m = \rho_0 \Delta V. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (8)$$

Применим к газу, находящемуся под цилиндром, закон сохранения энергии (второе начало термодинамики), который в данном случае имеет вид

$$\frac{m_{vi}}{\mu} C_V T_0 + c m_{wi} T_0 + A + Q_L = \frac{m_{vf}}{\mu} C_V T_0 + c m_{wf} T_0 + Q. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (9)$$

где

$$Q_L = L \Delta m \quad [0,2 \text{ б}] \quad (10)$$

представляет собой количество теплоты, выделенное в результате конденсации пара, Q – количество теплоты, переданное термостату, m_{vi}, m_{vf} – начальная и конечная масса пара, m_{wi}, m_{wf} – начальная и конечная масса воды, c – удельная теплоемкость воды.

По условию (8) имеем

$$m_{vi} - m_{vf} = \Delta m. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (11)$$

а по закону сохранения массы

$$m_{wi} - m_{wf} = -\Delta m. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (12)$$

Собирая вместе полученные выражения, окончательно находим

$$Q = p_0 S(h_0 - h) + \frac{\mu p_0}{RT_0} L S(h_0 - h) + \frac{\mu p_0}{R} S(h_0 - h) \left(\frac{3R}{\mu} - c \right). \quad [0,3 \text{ б}] \quad (13)$$

$$Q = 3,67 \text{ кДж.} \quad [0,2 \text{ б}] \quad (14)$$

Часть 1В (3,5 балла)

Емкость конденсатора равна сумме емкостей конденсатора высотой h , заполненного диэлектрической водой, и пустого конденсатора высотой $H - h$:

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 L h}{d} + \frac{\epsilon_0 L (H-h)}{d} = \frac{\epsilon_0 L}{d} (H + (\epsilon - 1)h), \quad [1,0 \text{ б}] \quad (1)$$

Полная энергия системы:

$$W(h) = \frac{CU^2}{2} + \frac{\rho L d g h^2}{2} + W_0 - CU^2 = \\ = W_0 + \frac{\rho L d g h^2}{2} - \frac{\epsilon_0 L U^2}{2d} (H + (\epsilon - 1)h) \quad [1,0 \text{ б}] \quad (2)$$

Продифференцируем уравнение (2) и приравняем нулю:

$$\frac{dW(h)}{dh} = \rho L d g h - \frac{\epsilon_0 (\epsilon - 1) L U^2}{2d} = 0 \quad [0,5 \text{ б}] \quad (3)$$

Тогда полная энергия системы будет минимальна при высоте жидкости:

$$h' = \frac{\epsilon_0 (\epsilon - 1) U^2}{2d^2 \rho g} = 1443,4 \cdot 10^{-6} \approx 1,44 \cdot 10^{-3} \text{ м.} \quad [1,0 \text{ б}] \quad (4)$$

Часть 1С (3,5 балла)

По формуле линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}, \quad [0,25 \text{ б}] \quad (1)$$

Из уравнения (1) получим расстояние от объектива до фотопленки:

$$f = \frac{dF}{d-F} \quad [0,25 \text{ б}] \quad (2)$$

Увеличение изображения равно:

$$\Gamma_1 = \frac{f}{d-F} = \frac{F}{d-F} \quad [0,5 \text{ б}] \quad (3)$$

Во втором случае фотографирования расстояние от объектива до пленки равно:

$$f_1 = f + h \quad [1,0 \text{ б}] \quad (4)$$

Увеличение в этом случае:

$$\Gamma_2 = \frac{F}{d_1 - F} \quad [0,5 \text{ б}] \quad (5)$$

где d_1 – наименьшее расстояние от объектива до фотографируемого предмета, которое равно:

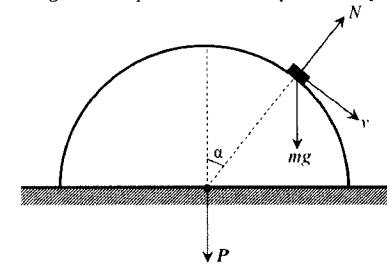
$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F}, \quad d_1 = \frac{f_1 F}{f_1 - F} \quad [0,5 \text{ б}] \quad (6)$$

Тогда, отношение размеров изображений равно отношению увеличений:

$$\beta = \frac{\Gamma_2}{\Gamma_1} = \frac{(d-F)h}{F^2} + 1 = 1 \quad [0,7 \text{ б}] \quad (7)$$

Задача 2. Полусфера (10,0 балла)

1.1 Силы, действующие на тело в процессе движения, изображены на рисунке: это сила тяжести $m\vec{g}$ и сила реакции со стороны полусферы \vec{N} .



Так как тело движется по полусфере, то его траекторией является окружность радиуса R . Уравнения движения второго закона Ньютона в проекциях на тангенциальное и нормальное направления имеют вид:

$$ma_\tau = mg \sin \alpha, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (1)$$

$$ma_n = mg \cos \alpha - N, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (2)$$

а нормальное ускорение тела определяется формулой

$$a_n = \frac{v^2}{R}, \quad [0,1 \text{ б}] \quad (3)$$

где v – скорость тела.

1.2 В системе отсутствует трение, а значит выполняется закон сохранения энергии, который в данном случае имеет вид

$$mgR = \frac{mv^2}{2} + mgR \cos \alpha, \quad [0,5 \text{ б}] \quad (4)$$

откуда находим выражение для скорости

$$v = \sqrt{2gR(1 - \cos \alpha)}. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (5)$$

1.3 В соответствии с формулой (2) движение тела по окружности обеспечивается компонентой силы тяжести, которая убывает со временем. С другой стороны скорость тела растет со временем, что видно из формулы (5). Это означает, что в некоторый момент времени компонента силы тяжести не сможет удержать тело на полусфере и произойдет отрыв. В этот момент времени контакт тела с полусферой прервется, а значит выполнится условие

$$N = 0. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (6)$$

Решая совместно уравнения (2), (3), (5) и (6), получаем

$$\cos \alpha_0 = \frac{2}{3}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (7)$$

Высота тела над горизонтальной поверхностью в этот момент составляет

$$H = R \cos \alpha_0 = \frac{2}{3}R. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (8)$$

1.4 Сила давления P полусферы на горизонтальную поверхность равна

$$P = Mg + N \cos \alpha. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (9)$$

Подстановка в это выражение формул (2), (3) и (5) дает

$$P = Mg + mg(3 \cos \alpha - 2) \cos \alpha. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (10)$$

По условию в некоторый момент времени эта сила должна быть равна средней силе:

$$P = Mg + \frac{mg}{2}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (11)$$

Приравняв (10) и (11), получаем квадратное уравнение для косинуса угла

$$6 \cos^2 \alpha - 4 \cos \alpha - 1 = 0, \quad [0,3 \text{ б}] \quad (12)$$

которое имеет два решения

$$\cos \alpha = \frac{1 \pm \sqrt{5/2}}{3}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (13)$$

Нас интересует только положительный корень, который равен

$$\cos \alpha = \frac{1 + \sqrt{5/2}}{3}, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (14)$$

который соответствует пройденному пути

$$s = R\alpha = R \arccos \left(\frac{1 + \sqrt{5/2}}{3} \right). \quad [0,2 \text{ б}] \quad (15)$$

2.1 Обозначим скорость полусферы u , а горизонтальную и вертикальную составляющую тела v_x и v_y соответственно. Тогда закон сохранения энергии запишется в виде

$$mgR = \frac{Mu^2}{2} + \frac{mv_x^2}{2} + \frac{mv_y^2}{2} + mgR \cos \alpha. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (16)$$

В горизонтальном направлении на систему не действуют внешние силы, а значит выполняется закон сохранения импульса на это направление

$$Mu = mv_x. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (17)$$

Так как тело все время остается в контакте с полусферой, то его относительная скорость должна быть направлена по касательной, то есть должна выполняться кинематическая связь

$$v_y = (u + v_x) \operatorname{tg} \alpha. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (18)$$

Совместное решение уравнений (16)-(18) дает

$$v_y = \sqrt{\frac{2gR(1 - \cos \alpha)}{1 + \frac{M}{M+m} \operatorname{ctg}^2 \alpha}}. \quad [0,4 \text{ б}] \quad (19)$$

Скорость тела в системе отсчета полусферы равна

$$v_{\text{отн}} = \frac{v_y}{\sin \alpha} = \sqrt{\frac{2gR(1 - \cos \alpha)}{1 - \frac{m}{M+m} \cos^2 \alpha}}, \quad [0,5 \text{ б}] \quad (20)$$

а нормальное ускорение составляет

$$a_n = \frac{v_{\text{отн}}^2}{R} = \frac{2g(1 - \cos \alpha)}{1 - \frac{m}{M+m} \cos^2 \alpha}. \quad [0,4 \text{ б}] \quad (21)$$

В момент отрыва $N = 0$, то есть система отсчета, связанная с полусферой является инерциальной, а значит уравнение движения по-прежнему записывается в виде (2), что даёт

$$\frac{M}{m} = \frac{\cos^3 \alpha - 3 \cos \alpha + 2}{3 \cos \alpha - 2}. \quad [0,4 \text{ б}] \quad (22)$$

По условию отрыв происходит на высоте $H = 7/10R$, то есть $\cos \alpha = 7/10$, поэтому

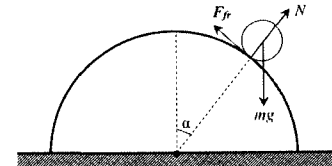
$$\frac{M}{m} = \frac{243}{100}. \quad [0,4 \text{ б}] \quad (23)$$

3.1 Рассмотрим скатывание шарика с полусферы. Известно, что шарик имеет момент инерции

$$I = \frac{2}{5}mr^2, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (24)$$

где r – радиус шарика.

Силы, действующие на шарик, изображены на рисунке: это сила тяжести mg , сила реакции со стороны полусферы \vec{N} и сила трения \vec{F}_{fr} .



Пусть непосредственно перед началом проскальзывания он имеет скорость v , тогда он вращается с угловой скоростью

$$\omega = \frac{v}{r}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (25)$$

Закон сохранения энергии системы записывается в виде

$$mg(R + r) = \frac{I\omega^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + mg(R + r) \cos \alpha. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (26)$$

Нормальное ускорение центра масс шарика равно

$$a_n = \frac{v^2}{R+r}, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (27)$$

а значит сила реакции, определяемая уравнением (2), принимает вид

$$N = m(g \cos \alpha - a_n) = \frac{mg(17 \cos \alpha - 10)}{7}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (28)$$

Найдем силу трения, для этого запишем уравнение вращательного движения шарика относительно точки касания поверхности полусферы

$$mgr \sin \alpha = I' \varepsilon, \quad [0,3 \text{ б}] \quad (29)$$

где $I' = I + mr^2 = 7/5 mr^2$ – момент инерции шарика относительно точки касания, определяемый теоремой Штейнера.

Условие отсутствия проскальзывания получается дифференцированием (25)

$$a = \varepsilon r. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (30)$$

Уравнение движения шарика в проекции на тангенциальное направление имеет вид

$$ma = mgs \sin \alpha - F_{fr}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (31)$$

Решая совместно (29)-(31), находим

$$F_{fr} = \frac{2}{7} mgs \sin \alpha. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (32)$$

По условию проскальзывание начинается на высоте $H = 7/10R$, то есть

$$\cos \alpha = \frac{4}{5}, \sin \alpha = \frac{3}{5}, \quad [0,3 \text{ б}] \quad (33)$$

откуда определяем коэффициент трения

$$\mu \geq \frac{F_{fr}}{N} = \frac{2s \sin \alpha}{17 \cos \alpha - 10} = \frac{1}{3}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (34)$$

Задача 3. Заряженные частицы в магнитных полях (10,0 балла)

1.1 Электрон и позитрон имеют одинаковые массы, поэтому в атоме позитрония они вращаются вокруг общего центра масс. Пусть r – расстояние между ними и центром масс, а v – их скорости, тогда уравнение их вращательного движения имеет вид

$$\frac{2mv^2}{r_0} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_0^2}, \quad [0,3 \text{ б}] \quad (1)$$

Полная энергия системы складывается из кинетической и потенциальной энергий и имеет вид

$$E = 2 \frac{mv^2}{2} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_0} = -mv^2. \quad [0,4 \text{ б}] \quad (2)$$

Отсюда находим расстояние между электроном и позитроном

$$r_0 = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 |E|} = 2,00 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \quad [0,5 \text{ б}] \quad (3)$$

при скорости

$$v_0 = \sqrt{\frac{|E|}{m}}. \quad (4)$$

Из (3) и (4) получаем угловую частоту вращения

$$\omega_0 = \frac{2v_0}{r_0} = \frac{8\pi\epsilon_0 |E|}{e^2} \cdot \sqrt{\frac{2|E|}{m}} = 7,95 \cdot 10^{15} \text{ рад/с}. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (5)$$

1.2 Орбиты частиц в магнитном поле остаются круговыми только при условии, что центр вращения системы не совпадает с её центром масс. Пусть расстояние от первой частицы до центра масс равно r_1 , а второй – r_2 . Так как расстояние между частицами осталось неизменным, то

$$r_1 + r_2 = r_0. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (6)$$

Уравнение второго закона Ньютона для каждой из частиц имеет вид

$$m\omega_0^2 r_0 / 2 - e\omega r_1 B = m\omega^2 r_1, \quad [0,3 \text{ б}] \quad (7)$$

$$m\omega_0^2 r_0 / 2 + e\omega r_2 B = m\omega^2 r_2. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (8)$$

Совместное решение уравнений (6)-(8) дает

$$\omega^2 = \omega_0^2 + \Omega^2, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (9)$$

$$\omega_0 = 7,95 \cdot 10^{15} \text{ рад/с} \ll \omega_0.$$

$$\frac{(\omega - \omega_0)}{\omega_0} \approx \frac{\Omega^2}{2\omega_0^2} = 5,47 \cdot 10^{-6}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (10)$$

1.4 Момент импульса частицы, движущейся по окружности радиуса r в магнитном поле индукцией B , имеет вид

$$l = mr^2 \omega. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (11)$$

Баланс сил, действующих на частицу в радиальном направлении, обеспечивается разностью центробежной силы и силы Лоренца

$$F_r(r) = m\omega^2 r - eB\omega r. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (12)$$

После подстановки (11) получаем

$$F_r(r) = \frac{L^2}{mr^3} - \frac{eBL}{mr}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (13)$$

Для стационарной траектории $F_r(r_0) = 0$, откуда следует, что равновесное расстояние от центра определяется выражением

$$r_0 = \sqrt{\frac{L}{eB}}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (14)$$

Для устойчивой траектории необходимо, чтобы при ее отклонении от равновесной внутри семейства возникала радиальная сила, стараящаяся восстановить траекторию. Для этого необходимо, чтобы для равновесной траектории выполнялось условие

$$\left. \frac{dF_r(r)}{dr} \right|_{r=r_0} < 0. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (15)$$

Действительно, если радиус увеличивается на $dr > 0$, то возникает отрицательная сила, которая направлена к центру. Если же радиус уменьшается ($dr < 0$), то возникающая положительная сила будет стараться увеличить ее радиус.

В нашем случае вычисления дают

$$\left. \frac{dF_r(r)}{dr} \right|_{r=r_0} = \frac{-3L^2}{mr_0^4} + \frac{eLB}{mr_0^2} = -\frac{2e^2 B^2}{m} < 0, \quad [0,4 \text{ б}] \quad (16)$$

то есть траектория является устойчивой.

2.2 Радиальная сила по-прежнему определяется выражением (13), из которого следует, что для стационарной траектории

$$B(r_0) = \frac{L}{er_0^2} = C_1 r_0 + C_2. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (17)$$

Для того, чтобы траектория была безразличной по отношению к малым возмущениям, необходимо, чтобы

$$\left. \frac{dF_r(r)}{dr} \right|_{r=r_0} = 0, \quad (18)$$

то есть

$$\frac{-3L^2}{mr_0^4} + \frac{eLC_2}{mr_0^2} = 0. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (19)$$

Совместным решением уравнений (17) и (19) получаем

$$C_1 = -\frac{2L}{er_0^3}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (20)$$

$$C_2 = \frac{3L}{er_0^2}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (21)$$

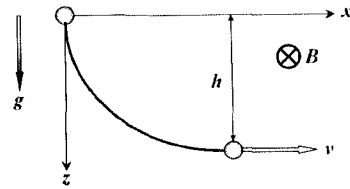
2.3 Чтобы орбита электрон любого радиуса была безразличной по отношению к малым возмущениям должно быть

$$F_r(r) = \frac{L^2}{mr^3} - \frac{eB(r)L}{mr} = 0, \quad [0,3 \text{ б}] \quad (22)$$

для любых r , поэтому искомая зависимость имеет вид

$$B(r) = \frac{L}{er^2}. \quad [0,1 \text{ б}] \quad (23)$$

3.1 Введем систему координат, показанную на рисунке ниже.



В момент, когда высота максимальна, скорость частицы v направлена вдоль оси x и по закону сохранения энергии равна

$$mgh = \frac{mv^2}{2}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (27)$$

В проекции на ось x уравнение движения записывается в виде

$$m\Delta v_x = qBv_z\Delta t = qB\Delta z \quad [0,4 \text{ б}] \quad (28)$$

или

$$v = \gamma Bh. \quad (29)$$

Отсюда следует, что

$$h = \frac{2g}{\gamma^2 B^2}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (30)$$

3.2 Рассмотрим положение частицы на некоторой высоте z . По закону сохранения энергии

$$mgz = \frac{m(v_x^2 + v_z^2)}{2}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (31)$$

С другой стороны из уравнения движения вдоль оси x

$$v_x = \gamma Bz. \quad (32)$$

Отсюда следует, что

$$v_x^2 + v_z^2 = \frac{2gv_x}{\gamma B} = \sqrt{2gh}v_x. \quad (33)$$

Уравнение (33) переписывается в виде уравнения окружности

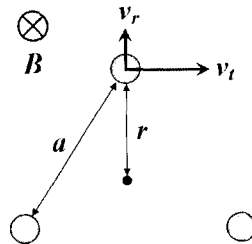
$$\left(v_x - \sqrt{\frac{gh}{2}}\right)^2 + v_z^2 = \frac{gh}{2} = u^2. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (34)$$

Из (34) заключаем, что частица движется по окружности со скоростью $u = \sqrt{\frac{gh}{2}}$, в системе отсчёта, движущейся вдоль оси x с той же скоростью. В этом смысле движение полностью соответствует движению точки на ободу колеса, траекторией которой является циклоида. Тогда очевидно, что радиус окружности равен $R = \frac{h}{2}$, а искомое расстояние

$$s = 2\pi R = \pi h = \frac{2\pi g}{\gamma^2 B^2}. \quad [0,4 \text{ б}] \quad (35)$$

4.1 Из симметрии следует, что частицы всегда будут образовывать равносторонний треугольник, который будет вращаться через v_r скорость удаления от центра треугольника в радиальном направлении, а v_t — перпендикулярную ей тангенциальную составляющую. Магнитное поле может вызвать лишь изменение распределение скорости по компонентам.

Из закона сохранения энергии следует, что $3 \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a_0} - \frac{1}{a}\right) = 3 \frac{m}{2} (v_t^2 + v_r^2)$. [0,3 б] (36) где



$$r = a/\sqrt{3}, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (37)$$

причем a — это расстояние частиц от центра треугольника.

Для того чтобы a , а с ним и r было максимально, необходимо выполнение условия

$$v_r = 0. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (38)$$

Из уравнения движения частицы в проекцию на тангенциальное направление следует

$$m\Delta v_t = qv_r B\Delta t = qB\Delta r, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (39)$$

откуда следует, что

$$v_t = \frac{qB(a-a_0)}{m\sqrt{3}}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (40)$$

Совместное решение (36), (38) и (40) дает окончательный ответ

$$a_{\max} = \frac{a_0}{2} + \sqrt{\left(\frac{a_0}{2}\right)^2 + \frac{3\gamma q}{2\pi\epsilon_0 a_0 \Omega^2}}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (41)$$

$$\Omega = \frac{q}{m}, \quad \Omega = \frac{qB}{m}.$$

4.2 Момент импульса одной частицы равен

$$L_1 = mv_t r, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (42)$$

откуда

$$L(a) = 3L_1 = m\Omega a(a - a_0). \quad [0,3 \text{ б}] \quad (43)$$

Таким образом максимальное значение момента импульса равно

$$L_{\max} = L(a_{\max}) = \frac{3\gamma m q}{2\pi\epsilon_0 a_0 \Omega}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (44)$$

11 КЛАСС

Задача 1 (10,0 балла)

Эта задача состоит из трех независимых частей.

Часть 1А (3,0 балла)

Пусть деформации пружин $k, 2k$ и $3k$ равны x_1, x_2 и x_3 соответственно. Так как балка является твердым телом, то деформации пружин связаны следующим соотношением

$$x_1 + x_3 = 2x_2. \quad [1,0 \text{ б}] \quad (1)$$

Так как балка находится в состоянии равновесия, то сумма вседействующих сил равна нулю, то есть

$$kx_1 + 2kx_2 + 3kx_3 = Mg. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (2)$$

Сумма моментов сил также должна обратиться в ноль, в частности относительно центра балки B имеем

$$kx_1 l \cos \alpha = 3kx_3 l \cos \alpha, \quad [0,6 \text{ б}] \quad (3)$$

где α — угол наклона балки к горизонту (балка уже не горизонтальна!), $2l$ — длина всей балки.

Решая систему уравнений (1)-(3), получим

$$x_1 = \frac{3Mg}{10k}, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (4)$$

$$x_2 = \frac{Mg}{5k}, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (5)$$

$$x_3 = \frac{Mg}{10k}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (6)$$

Отсюда получаем окончательный ответ

$$F_1 = \frac{3}{10} Mg, \quad [0,1 \text{ б}] \quad (7)$$

$$F_2 = \frac{2}{5} Mg, \quad [0,1 \text{ б}] \quad (8)$$

$$F_3 = \frac{3}{10} Mg. \quad [0,1 \text{ б}] \quad (9)$$

Часть 1В (3,5 балла)

После замыкания ключа ЭДС самоиндукции катушек равны между собой:

$$\varepsilon_{S1} = \varepsilon_{S2}, \frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{d\Phi_2}{dt}, \Phi_1 - \Phi_2 = const, \Phi_1 = \Phi_2 [0,2 \text{ б}] \quad (1)$$

Когда индуктивности катушек остаются неизменными, равенство (1) можно записать в виде:

$$L_1 I_1 = L_2 I_2 [1,0 \text{ б}] \quad (2)$$

Когда ток во второй катушке достигает максимального значения, ток во второй катушке также будет принимать свое максимальное значение:

$$L_1 I_{1m} = L_2 I_{2m}, I_{1m} = \frac{L_2}{L_1} I_{2m} [0,2 \text{ б}] \quad (3)$$

После быстрого выдвигания сердечника магнитные потоки в катушках сохраняются. Для первой катушки данное условие записывается в виде:

$$L_1 I_{1m} = \frac{L_1}{\mu} I'_{1m} [0,2 \text{ б}] \quad (4)$$

Из уравнения (4) находим ток:

$$I'_{1m} = \mu I_{1m} = \mu \frac{L_2}{L_1} I_{2m} [0,2 \text{ б}] \quad (5)$$

Для второй катушки условие сохранения магнитного потока записывается в виде:

$$I'_{2m} = I_{2m} [0,2 \text{ б}] \quad (6)$$

Суммарная энергия магнитного поля катушек:

$$W = \frac{L_1 (I'_{1m})^2}{2\mu} + \frac{L_2 I_{2m}^2}{2} [0,5 \text{ б}] \quad (7)$$

Закон сохранения энергии:

$$\frac{L_2 (L_1 + \mu L_2)}{2L_1} I_{2m}^2 = \frac{CU_m^2}{2} [0,5 \text{ б}] \quad (8)$$

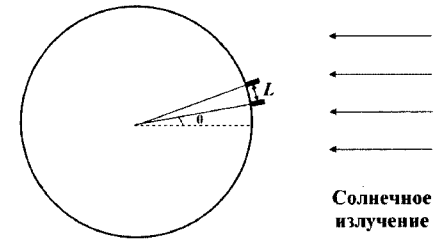
Искомое максимальное напряжение на конденсаторе:

$$U_m = I_{2m} \sqrt{\frac{L_2 (L_1 + \mu L_2)}{L_1 C}} [0,5 \text{ б}] \quad (9)$$

Часть 1С (3,5 балла)

Пусть в результате вращения Земля поворачивается, а вместе с ней и антенны, на некоторый угол θ .

Углы и расстояния сильно преувеличены!



Солнечное излучение

Тогда возникающая разность хода регистрируемых сигналов составляет

$$s = L \sin \theta. \quad [1,0 \text{ б}] \quad (1)$$

Для появления соседнего с главным максимума необходимо, чтобы на разность хода определялась выражением

$$s = \lambda. \quad [0,8 \text{ б}] \quad (2)$$

Считая, что Земля делает оборот вокруг своей оси за период, равный

$$T = 24 \text{ ч} = 86400 \text{ с} \quad [0,2 \text{ б}] \quad (3)$$

на полный угол 2π , то искомый интервал равен

$$\Delta t = \frac{\theta}{2\pi} T. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (4)$$

Собирая вместе (1)-(4), получим

$$\Delta t = \frac{T}{2\pi} \arcsin\left(\frac{\lambda}{L}\right) \approx \frac{T\lambda}{2\pi L} = 160 \text{ с.} [1,0 \text{ б}] \quad (5)$$

Задача 2. Фазовое равновесие (10,0 балла)

1.1 Начальное давление пара под цилиндром определяется равновесием поршня. Так как он невесомый, то давление с обеих сторон поршня должно быть одинаковым, то есть

$$p_i = p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па.} \quad [0,2 \text{ б}] \quad (1)$$

1.2 Давление насыщенного пара определяется его температурой и от объема не зависит, поэтому из условия равновесия поршня следует, что

$$p_f = p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па.} \quad [0,3 \text{ б}] \quad (2)$$

1.3 Молекула воды является трехатомной, поэтому она обладает тремя поступательными и тремя вращательными степенями свободы. В соответствии с законом равномерного распределения энергии по степеням свободы, получаем

$$C_V = \frac{3}{2} R + \frac{3}{2} R = 3R = 24,9 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}. [0,3 \text{ б}] \quad (3)$$

1.4 Площадь поперечного сечения поршня равна

$$S = \frac{\pi D^2}{4}, \quad [0,1 \text{ б}] \quad (4)$$

и изменение объема пара под поршнем составляет

$$\Delta V = S(h_0 - h). \quad [0,1 \text{ б}] \quad (5)$$

Так как давление пара под поршнем остается постоянным, то работа, совершаемая над ним, равна

$$A = p_0 \Delta V = p_0 S(h_0 - h) = 457 \text{ Дж.} [0,5 \text{ б}] \quad (6)$$

1.5 Плотность насыщенного водяного пара над поверхностью воды составляет

$$\rho_0 = \frac{\mu p_0}{RT_0}, \quad [0,3 \text{ б}] \quad (7)$$

где μ – молярная масса воды.

При вдвигании поршня конденсируется часть водяного пара массой $\Delta m = \rho_0 \Delta V$. [0,2 б] (8)

Применим к газу, находящемуся под цилиндром, закон сохранения энергии (второе начало термодинамики), который в данном случае имеет вид

$$\frac{m_{vi}}{\mu} C_V T_0 + cm_{wi} T_0 + A + Q_L = \frac{m_{vf}}{\mu} C_V T_0 + cm_{wf} T_0 + Q, \quad (9)$$

где

$$Q_L = L \Delta m \quad [1,0 \text{ б}] \quad (10)$$

представляет собой количество теплоты, выделенное в результате конденсации пара, Q – количество теплоты, переданное термостату, m_{vi}, m_{vf} – начальная и конечная масса пара, m_{wi}, m_{wf} – начальная и конечная масса воды, c – удельная теплоемкость воды.

По условию (8) имеем

$$m_{vi} - m_{vf} = \Delta m, \quad [0,1 \text{ б}] \quad (11)$$

а по закону сохранения массы

$$m_{wi} - m_{wf} = -\Delta m, \quad [0,1 \text{ б}] \quad (12)$$

Собирая вместе полученные выражения, окончательно находим

$$Q = p_0 S(h_0 - h) + \frac{\mu p_0}{RT_0} LS(h_0 - h) + \frac{\mu p_0}{R} S(h_0 - h) \left(\frac{3R}{\mu} - c \right). \quad [0,3 \text{ б}] \quad (13)$$

$$Q = 3,67 \text{ кДж}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (14)$$

1.6 Так как давление насыщенных меняется не сильно, то в указанных пределах его можно линейной функцией температуры, то есть

$$p_v = p_0 + \frac{p_1 - p_0}{T_1 - T_0} (T - T_0). \quad [1,0 \text{ б}] \quad (15)$$

Как уже было сказано выше, в условиях равновесия поршня давление с его сторон должно быть одинаковым, то есть атмосферное давление должно равняться давлению насыщенного пара

$$p_v = p_0 + \Delta p. \quad (16)$$

Из (15) и (16), а также приведенных данных, получаем, что новое равновесие возможно при температуре термостата, равной

$$T = T_0 + \frac{T_1 - T_0}{p_1 - p_0} \Delta p = 376 \text{ К}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (17)$$

2.1 Так как на поршень положили груз массой M , то из условия равновесия следует, что давление пара под поршнем должно составлять

$$p_f = p_0 + \frac{Mg}{S} = 1,23 \cdot 10^5 \text{ Па}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (18)$$

2.2 В соответствии с формулой (17), конечная температура системы должна быть равна

$$T_f = T_0 + \frac{T_1 - T_0}{p_1 - p_0} \frac{Mg}{S} = 378 \text{ К}. \quad [0,8 \text{ б}] \quad (19)$$

2.3 Применим к газу, находящемуся под цилиндром, закон

сохранения энергии (второе начало термодинамики), который в данном случае с учетом тепловой изоляции системы принимает вид

$$\frac{m_{vi}}{\mu} C_V T_0 + cm_{wi} T_0 + A + Q_L = \frac{m_{vf}}{\mu} C_V T_f + cm_{wf} T_f. \quad [0,7 \text{ б}] \quad (20)$$

С другой стороны по закону сохранения массы воды имеем

$$m_{vi} + m_{wi} = m_{vf} + m_{wf}, \quad [0,1 \text{ б}] \quad (21)$$

или

$$m_{vi} = \frac{\mu p_0}{RT_0} S h_0, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (22)$$

$$m_{vi} = \frac{\mu p_f}{RT_f} S h, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (23)$$

а совершенная работа равна изменению потенциальной энергии груза

$$A = Mg(h_0 - h). \quad [0,5 \text{ б}] \quad (24)$$

Решая совместно полученные уравнения, находим

$$m_{wf} = m_{wi} + [RT_0(MgRT_f + p_f S(\mu L + C_V T_f - \mu c T_f))]^{-1} \times \\ \times \left[p_f S(C_V p_0 h_0 S + cm_{wi} RT_0)(T_f - T_0) + \right. \\ \left. + MgRS h_0 \mu (p_0 T_f - p_f T_0) \right], \quad [0,8 \text{ б}] \quad (25)$$

$$m_{wf} = 8,15 \text{ г}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (26)$$

2.4 Из той же системы получаем

$$h = \frac{T_f}{T_0} [MgRT_f + p_f S(\mu L + C_V T_f - \mu c T_f)]^{-1} \times \\ \left[MgRT_0 h_0 + C_V p_0 S T_0 h_0 + cm_{wi} RT_0 (T_0 - T_f) + \right. \\ \left. + p_0 h_0 S \mu (L - c T_f) \right], \quad [0,8 \text{ б}] \quad (27)$$

$$h = 16,2 \text{ см}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (28)$$

Задача 3. Заряженные частицы в магнитных полях (10,0 балла)

1.1 Электрон и позитрон имеют одинаковые массы, поэтому в атоме позитрония они вращаются вокруг общего центра масс. Пусть r – расстояние между ними и центром масс, а v – их скорости, тогда уравнение их вращательного движения имеет вид

$$\frac{2mv^2}{r_0} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_0^2}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (1)$$

Полная энергия системы складывается из кинетической и потенциальной энергий и имеет вид

$$E = 2 \frac{mv^2}{2} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_0} = -mv^2. \quad [0,4 \text{ б}] \quad (2)$$

Отсюда находим расстояние между электроном и позитроном

$$r_0 = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 |E|} = 2,00 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \quad [0,5 \text{ б}] \quad (3)$$

при скорости

$$v_0 = \sqrt{\frac{|E|}{m}} \quad (4)$$

Из (3) и (4) получаем угловую частоту вращения

$$\omega_0 = \frac{2v_0}{r_0} = \frac{8\pi\epsilon_0|E|}{e^2} \cdot \sqrt{\frac{2|E|}{m}} = 7,95 \cdot 10^{15} \text{ рад/с.} \quad [0,5 \text{ б}] \quad (5)$$

1.2 Орбиты частиц в магнитном поле остаются круговыми только при условии, что центр вращения системы не совпадает с её центром масс. Пусть расстояние от первой частицы до центра масс равно r_1 , а второй – r_2 . Так как расстояние между частицами осталось неизменным, то

$$r_1 + r_2 = r_0. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (6)$$

Уравнение второго закона Ньютона для каждой из частиц имеет вид

$$m\omega_0^2 r_0/2 - e\omega r_1 B = m\omega^2 r_1, \quad [0,3 \text{ б}] \quad (7)$$

$$m\omega_0^2 r_0/2 + e\omega r_2 B = m\omega^2 r_2. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (8)$$

Совместное решение уравнений (6)-(8) дает

$$\omega^2 = \omega_0^2 + \Omega^2, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (9)$$

где $\Omega = \frac{eB}{m} = 2,63 \cdot 10^{13} \text{ рад/с} \ll \omega_0$.

$$\frac{(\omega - \omega_0)}{\omega_0} \approx \frac{\Omega^2}{2\omega_0^2} = 5,47 \cdot 10^{-6}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (10)$$

2.1 Момент импульса частицы, движущейся по окружности радиуса r в магнитном поле индукцией B , имеет вид

$$L = mr^2\omega. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (11)$$

Баланс сил, действующих на частицу в радиальном направлении, определяется разностью центростремительной силы и силы Лоренца

$$F_r(r) = m\omega^2 r - eB\omega r. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (12)$$

После подстановки (11) получаем

$$F_r(r) = \frac{L^2}{mr^3} - \frac{eBL}{mr}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (13)$$

Для стационарной траектории $F_r(r_0) = 0$, откуда следует, что равновесное расстояние от центра определяется выражением

$$r_0 = \sqrt{\frac{L}{eB}}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (14)$$

Для устойчивой траектории необходимо, чтобы при ее отклонении от равновесной внутри семейства возникала радиальная сила, стараящаяся восстановить траекторию. Для этого необходимо, чтобы для равновесной траектории выполнялось условие

$$\left. \frac{dF_r(r)}{dr} \right|_{r=r_0} < 0. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (15)$$

Действительно, если радиус увеличивается на $dr > 0$, то возникает отрицательная сила, которая направлена к центру. Если же радиус уменьшается $dr < 0$, то возникающая положительная сила будет стараться увеличить ее радиус.

В нашем случае вычисления дают

$$\left. \frac{dF_r(r)}{dr} \right|_{r=r_0} = \frac{-3L^2}{mr_0^4} + \frac{eLB}{mr_0^2} = -\frac{2e^2 B^2}{m} < 0, \quad [0,4 \text{ б}] \quad (16)$$

то есть траектория является устойчивой.

2.2 Радиальная сила по-прежнему определяется выражением (13), из которого следует, что для стационарной траектории

$$B(r_0) = \frac{L}{er_0^2} = C_1 r_0 + C_2. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (17)$$

Для того, чтобы траектория была безразличной по отношению к малым возмущениям, необходимо, чтобы

$$\left. \frac{dB(r)}{dr} \right|_{r=r_0} = 0, \quad (18)$$

или

$$\frac{d}{dr} \left(\frac{L}{er_0^2} \right) = 0. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (19)$$

Совместным решением уравнений (17) и (19) получаем

$$C_1 = -\frac{2L}{er_0^3}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (20)$$

$$C_2 = \frac{3L}{er_0^2}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (21)$$

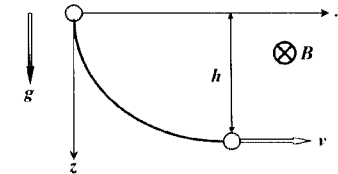
2.3 Чтобы орбита электрон любого радиуса была безразличной по отношению к малым возмущениям должно быть

$$F_r(r) = \frac{L^2}{mr^3} - \frac{eB(r)L}{mr} = 0, \quad [0,3 \text{ б}] \quad (22)$$

для любых r , поэтому искомая зависимость имеет вид

$$B(r) = \frac{L}{er^2}. \quad [0,1 \text{ б}] \quad (23)$$

3.1 Введем систему координат, показанную на рисунке ниже.



В момент, когда высота максимальна, скорость частицы v направлена вдоль оси x и по закону сохранения энергии равна

$$mgh = \frac{mv^2}{2}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (27)$$

В проекции на ось x уравнение движения записывается в виде

$$m\Delta v_x = qBv_z \Delta t = qB\Delta z \quad [0,4 \text{ б}] \quad (28)$$

или

$$v = \gamma B h. \quad (29)$$

Отсюда следует, что

$$h = \frac{2g}{\gamma^2 B^2}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (30)$$

3.2 Рассмотрим положение частицы на некоторой высоте z . По закону сохранения энергии

$$mgz = \frac{m(v_x^2 + v_z^2)}{2}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (31)$$

С другой стороны из уравнения движения вдоль оси x

$$v_x = \gamma B z. \quad (32)$$

Отсюда следует, что

$$v_x^2 + v_z^2 = \frac{2gv_x}{\gamma B} = \sqrt{2gh}v_x. \quad (33)$$

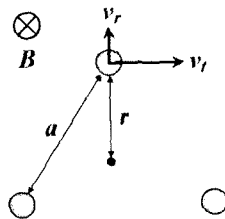
Уравнение (33) переписывается в виде уравнения окружности

$$\left(v_x - \sqrt{\frac{gh}{2}}\right)^2 + v_z^2 = \frac{gh}{2} = u^2. \quad [0,5 \text{ б}] \quad (34)$$

Из (34) заключаем, что частица движется по окружности со скоростью $u = \sqrt{\frac{gh}{2}}$, в системе отсчёта, движущейся вдоль оси x с той же скоростью. В этом смысле движение полностью соответствует движению точки на ободе колеса, траекторией которой является циклоида. Тогда очевидно, что радиус окружности равен $R = \frac{h}{2}$, а искомое расстояние

$$s = 2\pi R = \pi h = \frac{2\pi g}{\gamma^2 B^2}. \quad [0,4 \text{ б}] \quad (35)$$

4.1 Из симметрии следует, что частицы всегда будут образовывать равносторонний треугольник, который будет вращаться. Обозначим через v_r скорость удаления от центра треугольника в радиальном направлении, а v_t – перпендикулярную ей тангенциальную составляющую. Магнитное поле может вызвать лишь изменение распределение скорости по компонентам.



Из закона сохранения энергии следует, что

$$3 \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a_0} - \frac{1}{a}\right) = 3 \frac{m}{2} (v_t^2 + v_r^2), \quad [0,3 \text{ б}] \quad (36)$$

где

$$r = a/\sqrt{3}, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (37)$$

представляет собой расстояние частиц от центра треугольника.

Для того чтобы a , а с ним и r было максимально, необходимо выполнение условия

$$v_r = 0. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (38)$$

Из уравнения движения частицы в проекцию на тангенциальное направление следует

$$m\Delta v_t = qv_r B\Delta t = qB\Delta r, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (39)$$

откуда следует, что

$$v_t = \frac{qB}{m} \frac{(a-a_0)}{\sqrt{3}}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (40)$$

Совместное решение (36), (38) и (40) дает окончательный ответ

$$a_{\max} = \frac{a_0}{2} + \sqrt{\left(\frac{a_0}{2}\right)^2 + \frac{3\gamma q}{2\pi\epsilon_0 a_0 \Omega^2}}. \quad [0,3 \text{ б}] \quad (41)$$

где $\gamma = \frac{q}{m}, \Omega = \frac{qB}{m}$.

4.2 Момент импульса одной частицы равен

$$L_1 = mv_t r, \quad [0,2 \text{ б}] \quad (42)$$

откуда

$$L(a) = 3L_1 = m\Omega a(a - a_0). \quad [0,3 \text{ б}] \quad (43)$$

Таким образом максимальное значение момента импульса равно

$$L_{\max} = L(a_{\max}) = \frac{3\gamma m q}{2\pi\epsilon_0 a_0 \Omega}. \quad [0,2 \text{ б}] \quad (44)$$

ТӘЖІРИБЕЛІК САЙЫС

Сайыстың ұзақтығы 3 сағат

9 СЫНЫП

Заттың жылулық қасиеттерін зерттеу (15 ұпай)

Тәжірибелік қондырғы: калориметр; екі ыдыс; мұз кесектері; жылы су; өлшеуіш цилиндр; термометр; сүзгіш қағаз; қысқыш; қағаз майлықтар; пластик таяқша.

Тапсырма: Судың меншікті жылуыымдылығын $4200 \text{ Дж/}(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ белгілі деп есептеп, мұздың меншікті балқу жылуын анықтаныз.

Жүргізілген тәжірибе бойынша келесі түрде есеп беріңіз:

- 1) барлық қажетті қатынастарды алып, тәжірибені жүргізу әдісіңізді толығымен баяндаңыз;
- 2) қажетті өлшеулер жүргізіп, оларды кестелер және графиктер түрінде келтіріңіз;
- 3) алынған нәтиженің қателігін есептеңіз.

10 СЫНЫП

Физикалық маятниктің тербелісі (15 ұпай)

Тәжірибелік қондырғы: тесіктері бар, ұзындығы 1 м болатын метал стержень; тесіктері бар, ұзындығы 0,5 м болатын ағаш стержень; муфтасы және қалақшалары бар ұзын штатив; центрінде тесігі бар диск; бұрандама және сомың; жіп; қайшы; секундомер; миллиметрлік қағаз; қолғап.

Тапсырма: физикалық маятниктің тербеліс периодының іліну нүктесінің тандалған орнынан тәуелділігін зерттеңіз.

Келесі шамаларды белгілі деп есептеңіз:

- метал стерженнің ұзындығын, массасын, радиусын және жұқа қалыңдығының қалыңдығын: $l_{\text{м.ст.}} = 1 \text{ м}$, $m_{\text{м.ст.}} = 269,7 \text{ г}$, $r_{\text{м.ст.}} = 0,8 \text{ см}$, $h_{\text{м.ст.}} = 1 \text{ мм}$;
- ағаш стерженнің ұзындығын, массасын және радиусын: $l_{\text{а.ст.}} = 0,5 \text{ м}$, $m_{\text{а.ст.}} = 61,4 \text{ г}$, $r_{\text{а.ст.}} = 0,9 \text{ см}$;
- дискінің массасы мен радиусын: $m_{\text{д.}} = 21,4 \text{ г}$, $r_{\text{д.}} = 5 \text{ см}$;

– болт пен сомынның массасы мен радиусын: $m_{б.с.} = 18,1$ г, $r_{б.с.} = 2,6$ мм.

Жүргізілген тәжірибе бойынша келесі түрде есеп беріңіз:

- 1) барлық қажетті қатынастарды алып, тәжірибені жүргізу әдісіңізді толығымен баяндаңыз;
- 2) қажетті өлшеулер жүргізіп, оларды кестелер мен графиктер түрінде келтіріңіз;
- 3) метал және ағаш стержендердің тербелістеріне салыстырмалы талдау жасаңыз;
- 4) алынған нәтиженің қателігін есептеңіз.

11 СЫНЫП

Электролизді зерттеу (15 ұпай)

Тәжірибелік қондырғы: электролиз жинағы; тотияйын; батарея; секундомер; электронды таразы; мультиметр; қосқыш сымдар; қағаз майлықтар; медициналық қолғап.

Тапсырма: Элементар

1. Элементар заряд шамасын анықтаңыз. Келесі шамаларды белгілі деп есептеңіз: пределить Фарадей тұрақтысын $F = 96484,56$ Кл · моль⁻¹, Авогадро санын $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹ және мыс валенттілігін $n = 2$.

Жүргізілген тәжірибе бойынша келесі түрде есеп беріңіз:

- 1) барлық қажетті қатынастарды алып, тәжірибені жүргізу әдісіңізді толығымен баяндаңыз;
- 2) қажетті өлшеулер жүргізіп, оларды кестелер мен графиктер түрінде келтіріңіз;
- 3) алынған нәтиженің қателігін есептеңіз.

Ескерту: сіз ұсынып отырылған жұмыс жүргізілген тәжірибелердің есебі болуын есіңізге сақтаңыз. Егер сіздің есебіңізден, қандай тәжірибе жүргізгеніңіз, немесе қандай өлшем бірліктер қолданғаныңыз, немесе қандай есептеулер жүргізгеніңіз туралы нақты дәлелдер табылмаса, онда сіз ешқандай жұмыс жасамағаныңыз!!!

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР

Продолжительность тура 3 часа

9 КЛАСС

Исследование тепловых свойств вещества (15 баллов)

Экспериментальное оборудование: калориметр; два сосуда; кусочки льда; теплая вода; измерительный цилиндр; термометр;

фильтровальная бумага; щипцы; бумажные салфетки; пластиковая палочка.

Задание: Считая, известным значение удельной теплоемкости воды 4200 Дж/(кг · °С), определите удельную теплоту плавления льда.

Представьте отчет о проведенном эксперименте следующим образом:

- 1) изложите методику вашего эксперимента, получив все необходимые соотношения;
- 2) проведите необходимые измерения и представьте их результаты в виде таблиц и графиков;
- 3) оцените погрешность полученного результата.

10 КЛАСС

Колебание физического маятника (15 баллов)

Экспериментальное оборудование: металлический стержень длиной 1 м, с отверстиями; деревянный стержень длиной 0,5 м, с отверстиями; длинный штатив с муфтой и лапкой; диск с отверстием в центре; болт и гайка; веревка; ножницы; секундомер; лист миллиметровой бумаги; перчатки.

Задание: исследуйте зависимость периода колебаний физического маятника от выбора точки подвеса.

Считайте известными следующие величины:

- длину, массу, радиус, а также толщину тонкой стенки металлического стержня: $l_{м.ст.} = 1$ м, $m_{м.ст.} = 269,7$ г, $r_{м.ст.} = 0,8$ см, $h_{м.ст.} = 1$ мм;
- длину, массу, радиус деревянного стержня: $l_{д.ст.} = 0,5$ м, $m_{д.ст.} = 61,4$ г, $r_{д.ст.} = 0,9$ см;
- массу и радиус диска: $m_{д.} = 21,4$ г, $r_{д.} = 5$ см;
- массу и радиус болта и гайки: $m_{б.с.} = 18,1$ г, $r_{б.с.} = 2,6$ мм.

Представьте отчет о проведенном эксперименте следующим образом:

- 1) изложите методику вашего эксперимента, получив все необходимые соотношения;
- 2) проведите необходимые измерения и представьте их результаты в виде таблиц и графиков;
- 3) приведите сравнительный анализ колебаний металлического и деревянного стержней;
- 4) оцените погрешность полученного результата.

11 КЛАСС

Исследование электролиза (15 баллов)

Экспериментальное оборудование: Набор по электролизу; раствор

медного купороса; батарейка; секундомер; электронные весы; мультиметр; соединительные провода; бумажные салфетки; медицинские перчатки.

Задание: Определить величину элементарного заряда. Считать известными значение постоянной Фарадея $F = 96484,56 \text{ Кл} \cdot \text{моль}^{-1}$, числа Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ и валентности меди $n = 2$.

Представьте отчет о проведенном эксперименте следующим образом:

1) изложите методику вашего эксперимента, получив все необходимые соотношения;

2) проведите необходимые измерения и представьте их результаты в виде таблиц и графиков;

3) оцените погрешность полученного результата.

Замечание: помните, что представленная вами работа представляет собой отчет о проделанном эксперименте. Если из вашего отчета не ясно, что вы делали, какие единицы использовали, или как проводили расчет, то значит, вы этого не делали!

День 1

Задача А. Очередь

Имя входного файла:	A.in
Имя выходного файла:	A.out
Ограничение по времени:	1 секунда
Ограничение по памяти:	64 мегабайта

Божжану рассказали об одной интересной очереди. Это очередь в кассу, в которой работает не одно добросовестный кассир. Кассир в этой очереди обслуживает клиента, только когда клиент ругается с ним.

Время от времени кто-то из очереди осознает, что он опаздывает на очень важную встречу, срывается вне очереди, ругается с кассиром, после чего кассир его обслуживает.

Понятно, что человека, пропавшего вне очереди зовут Адуар. Каждый человек, стоящий перед Адуаром в очереди, выразит свое неодобрение его поступком в виде какого-то количества слов фактурированного для каждого говоращего.

Наблюдая за очередью Божжану стало интересно, сколько же недовольных слов в свой адрес услышит каждый, пропавший вне очереди?

Формат входных данных

Первая строка входных данных содержит целое число N ($2 \leq N \leq 5 \cdot 10^5$) — число событий в очереди.

Описание каждого из событий начинается с целого числа $type$ ($1 \leq type \leq 2$).

Если $type = 1$, то за ним следует целое число w ($1 \leq w \leq 10^9$). Данный тип записей означает, что новый человек пришел в очередь. Его номером является наименьшее целое положительное число, не использованное до этого в качестве номера, в количестве слов, которые он будет произносить при каждом недовольстве — число w .

Если $type = 2$, то за ним следует целое число i . Данный тип записей означает, что человек с номером i срывается вне очереди. Гарантируется, что в момент записи человек с таким идентификатором присутствует в очереди.

Гарантируется, что хотя бы один человек покинет очередь.

Формат выходных данных

Для каждого пропавшего вне очереди человека выведите, сколько слов возмущения он услышит из очереди.

Система оценки

- 1. $N \leq 20$, $w \leq 1000$. Стоимость подгруппы: 10 баллов.
- 2. $N \leq 10000$. Стоимость подгруппы: 40 баллов.
- 3. $N \leq 500000$. Стоимость подгруппы: 50 баллов.

Примеры

A.in	A.out
2 1 1 2 1	0
3 1 8 1 1 1 9 2 2 1 2 1 4 2 5 1 3	8 19

Замечание

В первом примере человек пришел в очередь, поговорил с кассиром и не выслушивает слов ни кого.

Во втором примере в очередь сначала придут люди, которые скажут 8, 1 и 9 слов соответственно (и получат номера 1, 2 и 3 соответственно). Затем человек с номером 2 пройдет вне очереди и выслушает недовольство от человека с номером 1 (8 слов). После этого в очередь придут люди с количествами слов 2 и 4, а номерами 4 и 5 соответственно. Затем человек с номером 5 пройдет вне очереди и выслушает недовольство от людей с номерами 1, 3, 4 (19 слов). Последний в очередь придет человек с номером 6 и количеством слов 3.

Задача В. Яблоки

Имя входного файла:	V.in
Имя выходного файла:	V.out
Ограничение по времени:	1 секунда
Ограничение по памяти:	64 мегабайта

Тима и его $N - 1$ друзей собирали яблоки. Для удобства пронумеруем всех числами от 1 до N . У Тима номер 1. Тима заметил, что у него яблок больше чем у его друзей, и решил поделиться своими яблоками. Он дал всем остальным столько яблок, сколько у них было. То есть если у кого-то было X яблок, то Тима дал ему еще X яблок. Затем человек с номером 2 дал всем столько, сколько у них имелось на тот момент. И так далее до N -го человека. И в результате у всех оказалось одинаковое количество яблок. Тима хочет знать, сколько яблок было у каждого в начале. Он помнит, что в начале у него было A_1 яблок.

Формат входных данных

В первой строке входных данных записано одно целое число T ($1 \leq T \leq 1000$) - количество тестов.

В следующих T строках входятся по два целых числа N ($1 \leq N \leq 50$), $A_1 \leq 10^6$.

Формат выходных данных

Выведите T строк, в каждой строке выведите -1 если такое число невозможно. Иначе выведите N чисел A_1, A_2, \dots, A_N . Если существует несколько возможных ответов, выведите любой из них.

Система оценки

Система оценки

Данная задача содержит четыре подзадачи.

- $1 \leq T \leq 50, N = 2, 1 \leq A_1 \leq 10^6$. Оценивается в 10 баллов.
- $1 \leq T \leq 50, N = 3, 1 \leq A_1 \leq 10^6$. Оценивается в 15 баллов.
- $T = 1, 1 \leq N \leq 50, 1 \leq A_1 \leq 10^6$. Оценивается в 30 баллов.
- $1 \leq T \leq 1000, 1 \leq N \leq 50, 1 \leq A_1 \leq 10^6$. Оценивается в 45 баллов.

Пример

	V.in	V.out
2		13 7 4
3 13		10 6
2 10		

Замечание

Первый тест: В начале 13, 7, 4. После 1-го : 2, 14, 8. После 2-го : 4, 1, 10. После 3-го: 8,8,8.

Задача С. Саперы

Имя входного файла:	C.in
Имя выходного файла:	C.out
Ограничение по времени:	2 секунды
Ограничение по памяти:	256 мегабайт

В игре саперы должны обезвредить все мины в минном поле. Поле представляет собой таблицу $n \times m$ ($n, m \leq 1000$ байт), и в каждой клетке этой таблицы находится не больше одной мины. Строки таблицы пронумерованы от 1 до n сверху вниз, столбцы пронумерованы от 1 до m слева направо. Саперы хотят расставить все поле на двух максимально справедливых образом, так чтобы части мин не разбились (при каком-то повороте они должны сойтись) и различия в количестве мин в частях были минимальной. Делить можно только по границам клеток и части должны быть связными, т.е. из любой клетки одной части можно пойти до любой другой клетки этой же части передвигаясь только по соседним по стороне клеткам одной части. Нам надо написать программу, которая будет делить поле на две части для саперов максимально справедливым образом. Гарантируется, что m нечетное число.

Формат входных данных

В первой строке входных данных содержится два целых числа n ($1 \leq n \leq 1000$) и m ($1 \leq m \leq 1000$).

В каждой из следующих n строк следует по m символов - описания поля. Если символ равен $*$, то в этой клетке находится мина.

Формат выходных данных

Выведите n строк по m символов $<1>$ или $<2>$ обозначающие какому саперу достанется текущая клетка.

Система оценки

В данной задаче ровно 100 тестов.

Каждый пройденный тест участник получает 1 балл.

Пример

	C.in	C.out
3 3		11111:11
•••••		2222211
•••		22112211
•••		22111:11
•••		22222222
•••••		

Задача D. Красивая последовательность

Имя входного файла: D.in
 Имя выходного файла: D.out
 Ограничение по времени: 1.5 секунда
 Ограничение по памяти: 16 мегабайт

Подпоследовательность — это последовательность, которую можно получить из другой последовательности путем удаления некоторых элементов, не меняя порядка оставшихся элементов. Вам даны две последовательности целых неотрицательных чисел размера n : a_1, a_2, \dots, a_n и размера m : b_1, b_2, \dots, b_m . Назовем последовательность из k целых чисел c_1, c_2, \dots, c_k *красивой*, если выполняются следующие условия:

- k является четным.
- $c_{2j-1} < c_{2j}$ и $c_{2j+1} < c_{2j}$ для всех $1 < 2 \leq j < k$.
- Последовательность c_1, c_2, \dots, c_k является подпоследовательностью последовательности a_1, a_2, \dots, a_n .
- Последовательность c_1, c_2, \dots, c_k является подпоследовательностью последовательности b_1, b_2, \dots, b_m .

Найдите *максимальную длину красивой последовательности* и количество различных красивых последовательностей максимальной длины по модулю $10^9 + 9$.

Формат входных данных

В первой строке входных данных дано целое положительное число n ($1 \leq n \leq 10^4$) — размер последовательности a . Вторая строка содержит n целых неотрицательных чисел a_i ($1 \leq a_i \leq 20000$) — последовательность a . В третьей строке содержится целое положительное число m ($1 \leq m \leq 10^4$) — размер последовательности b . Четвертая строка содержит m целых неотрицательных чисел b_i ($1 \leq b_i \leq 20000$) — последовательность b . Числа в обеих последовательностях задаются через *опциональный пробел*.

Формат выходных данных

Выведите два целых числа *ответ на задачу*. Если ответа не существует выведите два нуля.

Система оценки

Данная задача содержит четыре подзадачи:

1. $1 \leq n \leq 20, 1 \leq m \leq 10$. Оценивается в 9 баллов.
2. $1 \leq n \leq 1000, 1 \leq m \leq 20$. Оценивается в 9 баллов.
3. $1 \leq n \leq 500, 1 \leq m \leq 500$. Оценивается в 28 баллов.
4. $1 \leq n \leq 10^4, 1 \leq m \leq 10^4$. Оценивается в 54 баллов.

Примеры

D.in	D.out
1	0 0
1	
1	
2	
7	3 6
1 5 3 4 2 5 2	
5	
1 3 5 4 2	
4	3 1
1 1 3 2	
4	
1 3 2 2	

День 2

Задача E. Перевероты

Имя входного файла: E.in
 Имя выходного файла: E.out
 Ограничение по времени: 1 секунда
 Ограничение по памяти: 64 мегабайт

На столе подряд лежат K листов бумаги. Дано число N . На каждом листе записаны все числа от 1 до N ровно по одному разу, но некоторые из них записаны на видимой стороне, а остальные — на обратной. Ваша задача — перевернуть некоторые листы так, чтобы максимизировать количество различных чисел на видимых сторонах.

Формат входных данных

На первой строке даны N и K , так чтобы $N \cdot K \leq 10^6$ при этом $N \geq 1$ и $K \geq 1$.

На следующих K строках идут описания листов. На i ($1 \leq i \leq K$) строке, первое число это m ($0 \leq m \leq N$) — количество чисел, записанных на видимой стороне i -ого листа бумаги. Далее идут m чисел, которые написаны на видимой стороне i -го листа, каждый от 1 до N .

Формат выходных данных

Выведите строку состоящую из K символов. i ($1 \leq i \leq K$) символ равняется 1 если надо перевернуть, иначе 0. Если существует несколько ответов, вывести любой.

Система оценки

Данная задача содержит пять подзадач:

1. $1 \leq N \leq 10, 1 \leq K \leq 10$. Оценивается в 11 баллов.
2. $1 \leq N \leq K$. Оценивается в 8 баллов.
3. $1 \leq N \leq 100$. Оценивается в 15 баллов.
4. $1 \leq N \cdot K \leq 5 \cdot 10^5$. Оценивается в 30 баллов.
5. $1 \leq N \cdot K \leq 10^6$. Оценивается в 36 баллов.

Примеры

E.in	E.out
5 4 2 1 3 2 3 4 2 2 4 3 1 2 3	1111
6 2 3 1 3 4 3 1 2 4	01

Задача F. Обещаю, последняя задача с деревом :)

Имя входного файла: F.in
 Имя выходного файла: F.out
 Ограничение по времени: 2 секунды
 Ограничение по памяти: 256 мегабайт

Дано подвешенное бинарное дерево изначально состоящее из одной вершины с номером 1. Вам предстоит обработать M запросов следующих типов:

- *Grow V*. К каждому листу *leaf* в поддереве вершины V дописать две новые вершины с номерами $2 \cdot leaf$ и $2 \cdot leaf + 1$.
 - *Sum V*. Нужно подсчитать сумму номеров вершин в поддереве вершины V по модулю $10^9 + 7$.
- Получится ли у Вас решить эту задачу?

Формат входных данных

Первая строка входного файла содержит целое число M ($1 \leq M \leq 2 \cdot 10^5$) — количество запросов. В последующих M строках содержится описание операций. Каждая операция описывается строкой *Op V*, где *Op* — тип операции (*Grow* либо *Sum*), а V — номер вершины для которой она выполняется.

Формат выходных данных

Для каждой операции типа *Sum* в выходной файл на отдельной строке необходимо вывести соответствующую сумму. Выводите операции в том же порядке в котором они идут во входном файле.

Система оценки

Данная задача содержит семь подзадач

- $1 \leq M \leq 20$. Оценивается в 15 баллов.
- $1 \leq M \leq 2 \cdot 10^5$, $V = 1$ по всех запросах *Grow V*. Оценивается в 10 баллов.
- $1 \leq M \leq 2 \cdot 10^5$, $V = 1$ по всех запросах *Sum V*. Оценивается в 10 баллов.
- $1 \leq M \leq 10^3$. Оценивается в 15 баллов.
- $1 \leq M \leq 2 \cdot 10^5$, гарантируется что все запросы *Sum* идут строго после всех запросов *Grow*. Оценивается в 15 баллов.
- $1 \leq M \leq 2 \cdot 10^5$, $1 \leq V \leq 10^6$. Оценивается в 15 баллов.
- $1 \leq M \leq 2 \cdot 10^5$, $1 \leq V \leq 10^9$. Оценивается в 20 баллов.

Пример

F.in	F.out
5	66
Grow 1	21
Grow 1	
Grow 2	
Sum 1	
Sum 4	

Задача G. Секретные алгоритмы

Имя входного файла: G.in
 Имя выходного файла: G.out
 Ограничение по времени: 2 секунды
 Ограничение по памяти: 256 мегабайт

В стране *Timart* есть N городов и M двусторонних дорог. Города пронумерованы от 1 до N . Известно, что с каждого города можно добраться до любого другого по существующим дорогам. Андрей спрятал свитки с секретными алгоритмами в городах *Timart*. В i -ом городе хранится A_i свитков. Рамазан хочет украсть эти свитки. Он может украсть все свитки из города, в котором он находится. Рамазан может начать возвращать с любого города. Чтобы не быть пойманным, он не будет использовать одну дорогу два раза подряд. Свитки каждого города можно украсть не более одного раз, посетить города можно не несколько раз. Помогите Рамазану украсть как можно больше свитков.

Формат входных данных

В первой строке входных данных содержится два целых числа N , M ($1 \leq N \leq 5 \cdot 10^5$, $0 \leq M \leq 5 \cdot 10^5$). Во второй строке находится N целых чисел A_1, A_2, \dots, A_N , где A_i — количество свитков в i -ом городе. В следующих M строках содержится по 2 целых положительных числа, разделенных пробелом: u_i, v_i ($1 \leq u_i, v_i \leq N$, $u_i \neq v_i$) — дорога соединяющая города u_i и v_i . Известно, что между двумя городами не может быть больше одной дороги, и что никакая дорога не соединяет город с самим собой. Гарантируется, что между любыми двумя городами существует путь состоящий из заданных дорог.

Формат выходных данных

Выведите одно целое число — максимальное количество свитков, которое может украсть Рамазан.

Система оценки

Данная задача содержит пять подзадач:

- $1 \leq N \leq 100, M = \frac{N(N-1)}{2}$, $1 \leq A_i \leq 100$, для всех $1 \leq i \leq N$. Оценивается в 7 баллов.
- $1 \leq N \leq 12$, $0 \leq M \leq 66$, $1 \leq A_i \leq 300$, для всех $1 \leq i \leq N$. Оценивается в 12 баллов.
- $1 \leq N \leq 10^2$, $M = N - 1$, $1 \leq A_i \leq 10^2$, для всех $1 \leq i \leq N$. Оценивается в 12 баллов.
- $3 \leq N \leq 10^2$, $M = N$, $1 \leq A_i \leq 10^2$, для всех $1 \leq i \leq N$. Оценивается в 25 баллов.
- $1 \leq N \leq 5 \cdot 10^5$, $0 \leq M \leq 5 \cdot 10^5$, $1 \leq A_i \leq 10^9$, для всех $1 \leq i \leq N$. Оценивается в 44 балла.

Пример

G.in	G.out
8 8	38
1 2 3 4 5 6 7 8	
1 2	
2 3	
2 4	
2 5	
5 6	
6 7	
7 8	
8 5	

Задача Н. Тима и сумма степеней

Имя входного файла: H.in
 Имя выходного файла: H.out
 Ограничение по времени: 1 секунда
 Ограничение по памяти: 256 мегабайт

У Тимы есть целое число N и массив A из N целых чисел. Также у него есть два целых числа M и K . Для каждого i от 1 до $N-M+1$ Тима хочет посчитать значение выражения $(A_i^K + A_{i+1}^K + \dots + A_{i+M-1}^K) \cdot A_i$. Помогите ему решить эту задачу.

Формат входных данных

В первой строке находятся три целых числа N ($1 \leq N \leq 10^5$), M ($1 \leq M \leq N$) и K ($0 \leq K \leq 20$). Во второй строке находятся N целых чисел A_1, A_2, \dots, A_N ($1 \leq A_i \leq 10^9$).

Формат выходных данных

Выведите $N-M+1$ строк, в i -ой строке выведите остаток $(A_i^K + A_{i+1}^K + \dots + A_{i+M-1}^K) \cdot A_i$ при делении на $10^9 + 7$.

Система оценки

Данная задача содержит пять подразделов:

- $1 \leq N \leq 100, 0 \leq K \leq 3, 1 \leq A_i \leq 10$. Оценивается в 7 баллов.
- $1 \leq N \leq 10^4, 0 \leq K \leq 20, 1 \leq A_i \leq 10^9$. Оценивается в 12 баллов.
- $1 \leq N \leq 10^5, 0 \leq K \leq 1, 1 \leq A_i \leq 10^9$. Оценивается в 13 баллов.
- $1 \leq N \leq 10^5, K = 2, 1 \leq A_i \leq 10^9$. Оценивается в 20 баллов.
- $1 \leq N \leq 10^5, 0 \leq K \leq 20, 1 \leq A_i \leq 10^9$. Оценивается в 48 баллов.

Примеры

H.in	H.out
5 3 2 1 2 3 4 5	36 50 64
3 2 0 7 3 2	10 5

Замечание

Пояснение к примеру 1:

При $i = 1, 1^3 \cdot A_1 + 2^3 \cdot A_2 + 3^3 \cdot A_3 = 1^3 \cdot 1 + 2^3 \cdot 2 + 3^3 \cdot 3 = 1 + 8 + 27 = 36$.

При $i = 2, 1^3 \cdot A_2 + 2^3 \cdot A_3 + 3^3 \cdot A_4 = 1^3 \cdot 2 + 2^3 \cdot 3 + 3^3 \cdot 4 = 50$.

При $i = 3, 1^3 \cdot A_3 + 2^3 \cdot A_4 + 3^3 \cdot A_5 = 1^3 \cdot 3 + 2^3 \cdot 4 + 3^3 \cdot 5 = 64$.

ХИМИЯ

ТЕОРИЯЛЫҚ ТҮР ТАПСЫРМАЛАРЫ

10 СЫНЫП

№10-6-2017 РХО. 9 балл.

пункттер	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	Σ
балдары	1	1,5	2	1,5	1	0,5	1,5	9

Кинетика

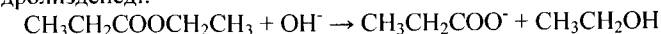
1. Біраз қиялдайық

Бір археологтар ежелгі артефакт тауып алады. Оның құрамындағы сирек радиоактивті элементті зерттеу өте маңызды. Алайда, уақыт тығыз. Олар элементтің 85 пайызы ыдырап біткенше лабораторияға жетулері қажет. Бұл элемент бірінші реттілікке сәйкес ыдырайды, ал жартылай ыдырау мерзімі 13 сағатқа тең.

i. Археологтардыңқаншауақыты бар?

2. Шындыққа жақын

Пропан қышқылының этил эфирі сілтілік ортада келесі теңдеуге сәйкес гидролизденеді:



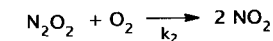
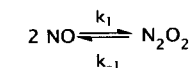
Кестеде үш тәжірибенің бастапқы жағдайлары көрсетілген:

Тәжірибе	$[Эфир]$ (моль/л)	$[OH^-]$ (моль/л)	v (ммоль/л·сек)
1	0.0450	0.300	1.09
2	0.0900	0.300	2.15
3	0.0900	0.150	1.11

i. Реакция жылдамдығы өрнегін жазыңыз және жылдамдық константасын анықтаңыз.

3. Азот оксидтері

$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ реакциясы газ фазасында келесі механизмге сәйкес жүзеге асады:



мұнда $k_1 \approx k_{-1} \gg k_2$.

i. NO_2 түзілу реакциясының жылдамдық өрнегін келесідей жазыңыз:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = k \cdot [\text{NO}]^a \cdot [\text{O}_2]^b \cdot [\text{NO}_2]^c$$

және a, b, c-ларды анықтаңыз.

4. Реакция жылдамдығы өрнегі келесідей де жазылаады:

$$\frac{d[O_2]}{dt} = -k_3 \cdot [NO]^2 \cdot [O_2]$$

Егер бастапқыда NO газы O₂ газынан екі есе көп болса, өрнекшамдалады/[NO]:[O₂] = 2:1

і. Реакция жылдамдығы өрнегі келесідей болатынын көрсетіңіз:

$$\frac{d[O_2]}{dt} = -k'_3 \cdot [O_2]^2 \text{ және } k_3 \text{ мен } k'_3 \text{ қатынасынтабыңыз. X неге тең?}$$

5. Алынған өрнекті интегралдап, O₂ газының концентрациясы уақыт өткен сайын келесі заңға сай өзгеретінін көрсетіңіз:

$$\frac{1}{[O_2]^2} = \frac{1}{[O_2]_0^2} + 2 \cdot k'_3 \cdot t$$

6. Газ фазасында өтетін реакция кинетикасын зерттеу үшін газдардың қысымы өлшенеді. Оттектің қысымы келесідей есептеледі:

$$p(O_2) = p_{\text{жалпы}} - \frac{2}{3} p_{O, \text{жалпы}}$$

[O₂] моль/л орнына p(O₂) Па қолдануға болады, себебі ол концентрация арқылы өрнектеле алады.

і. Газдың молярлық концентрациясы оның қысымымен қалай байланысатынын көрсетіңіз.

7. Кестеде 2:1 қатынастағы NO мен O₂ газдар қоспасының кинетикалық мағлұматтары берілген. 298 К-де өлшенген:

t (сек)	0	60	120	180	240	300
$P_{\text{жалпы}} \times 10^{-4}$ (Па)	1.350	1.105	1.060	1.030	1.015	1.005
$p(O_2) \times 10^{-4}$ (Па)						
$1/p^2(O_2) \times 10^8$ (Па ⁻²)						

і. Бос торларды толтырып, 5 пуктында есептелген өрнектің дұрыстығы график арқылы көрсетіңіз. k'₃-ті анықтаңыз.

№10-7-2017 РХО. Полимер кристаллдары. 7 балл.

пункттер	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	□
баллдары	1	1,5	1	1,5	2	7

Полимерлер кристалды құрылысқа ие бола алады. Мұндай құрылыстарда полимерлер дәл иондық қосылыстардағыдай жинақталады. Алайда иондардың орнына кішігірім орамдардың домалақтары болады.

1. Поливинилхлоридтің полимеризация реакциясының энтальпиясын есептеңіз. Екідайлы көміртек-көміртек байланысының энергиясы 680 кДж/моль тең, ал бірдайлыныкі болса – 370 кДж/моль.

2. Полимердің полимеризация дәрежесі (n) 750 тең. Берілген формула бойынша полимер домалағының орташа ұзындығын есептеңіз: $L = l\sqrt{2n}$, мұнда L – домалақтың орташа ұзындығы, l – көміртек-көміртек байланыс ұзындығы және l – полимеризацияның орташа дәрежесі. Көміртек-көміртек байланысының ұзындығын 0.154 нм қабылдаңыз.

3. Тарқатылған полимердің орташа ұзындығын есептеңіз (L_{ext}).

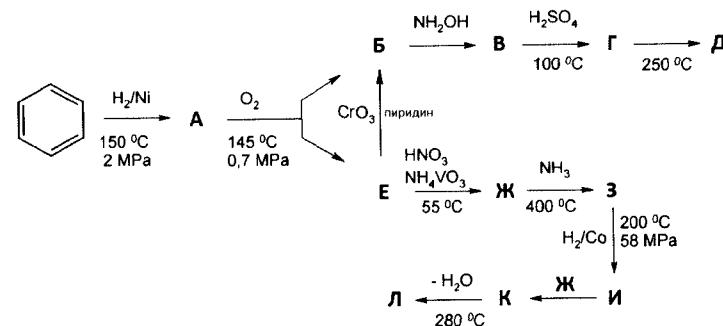
4. Полиэтиленнің параметрлері 0.255 нм × 0.494 нм × 0.741 нм тең кристалды торындағы көміртек және сутек атомдарының санын анықтаңыз. Бұл құрылыстың тығыздығын 0.9979 г/см³ теңдеп қабылдаңыз.

5. Ақуыздар – ол биологиялық полимерлер. Олардың глобулалық құрылысы біздің домалақтар тәрізді. Делік, бізде АВ ақуыз қосылысы бар, мұндағы А – глобулалық ақуыз, В – глобулалық ақуыз. Бұл қосылыс натрий хлоридінің құрылысына ұқсас жинақталатыны белгілі. Бұл АВ кристалды тордағы бос кеңістіктің үлесін анықтаңыз. А ақуызының радиусы 0.78 нм болса, ал В глобулалық ақуыздың радиусы 1.32 нм тең.

№10-8-2017 РХО. 7 балл.

Заттар	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	□
Баллдары	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1	7

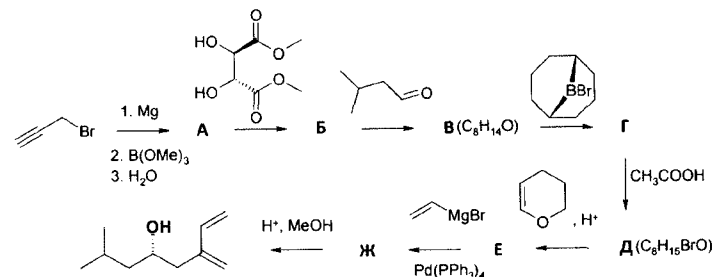
Берілген айналымдағы белгісіз қосылыстарды анықтаңыздар. А-Л қосылыстарының құрылымдық формулаларын жазыңыздар. 1.000 г органикалық Г заты жанғанда, 2.337 г СО₂, 0.876 г Н₂О және 0.124 г N₂ түзілген. Д және Л полимерлері өзара изомерлер.



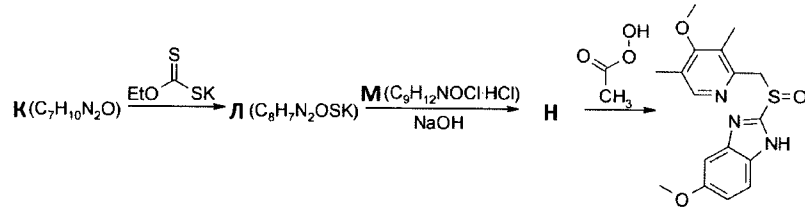
№10-9-2017 РХО. 9 балл.

Заттар	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	К	Л	М	Н	Σ
Баллдары	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1	9

А) А-Ж қосылыстарының құрылымдық формулаларын жазыңыздар.



Б) К-Н-ның құрылымдық формулаларын анықтаңыздар.



№10-10-2017 РХО. Орнитин циклі. 8 балл.

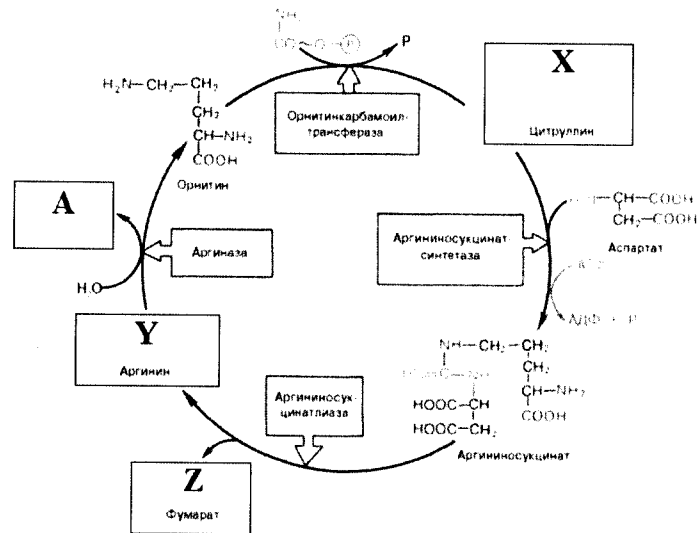
Орнитин циклі немесе А затының циклі сүтқоректілер мен кейбір балықтарда болатын биохимиялық реакциялар тізбегі болып табылады. А заты органикалық химияның дамуында маңызды рөл атқарады. В 1928 жылы Вёлер бұл затты неорганикалық заттардан синтездеу жолын ұсынды.

1. А затын атап, оның құрылымдық формуласын жазыңыз. 1 балл.

2. X-Z заттарының құрылымдық формулаларын келтіріңіз. Олардың қайсысы оптикалық белсенді болып табылады? Хиралды орталықтарын көрсетіңіздер.

Заттар	X	Y	Z	□
Балдары	1.5	1.5	1.5	4.5

3. Аргининге аминқышқылы тұрғысында сипаттама беріңіздер (поляры, полярсыз, зарядталған, зарядсыз, ароматикалық, гетероциклдық). 2.5 балл.



11 СЫНЫП

(Орындалуға берілетін уақыт 300 минут). 70 балл.

№11-1-2017 РХО. Иодид-ионы. 4 балл.

Пункттер	1.1.	1.2.	1.3.
Балдары	1	1,5	1,5

Қорғасын (II) иондарын, сонымен қатар иодид иондарын анықтаудың маңызды тәсілі сары түсті PbI_2 тұнбасын алу болып табылады. Бұл тұздың ерігіштік туындысы $8,30 \cdot 10^{-9}$ тең.

1. PbI_2 тұзының қаныққан ерітіндісіндегі Pb^{2+} және I^- иондарының концентрациясын анықтаңыз.

Тесттік анализ жасау үшін калий иодидінің 0.100M ерітіндісі (А ерітіндісі) даярланған. Ендігі кезек 100 мл қорғасын нитраты ерітіндісін (В ерітіндісі) дайындауда.

2. Екі ерітіндіні қосқанда тұнба түсу үшін қорғасын нитратының минимум массасы қандай болу керек? Ерітінділер көлемі тең деп есептеңіз.

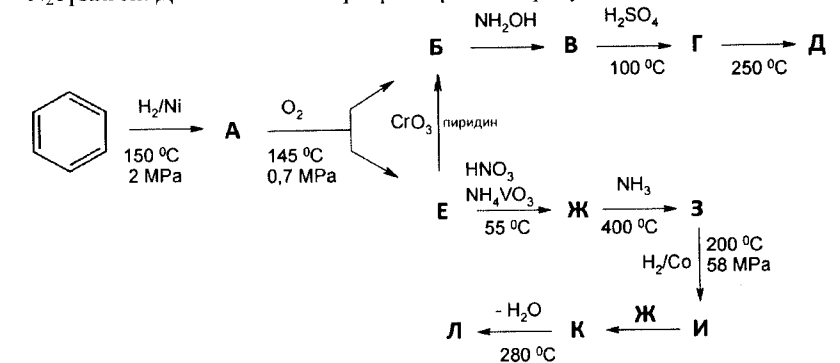
Қатты PbI_2 0.1M натрий иодиді ерітіндісіне қосылған.

3. Қажетті ықшамдауды қолдана отырып, осы ерітіндідегі Pb^{2+} концентрациясын анықтаңыз.

№11-2-2017 РХО. 6 балл.

Заттар	A	B	B	Г	Д	E	Ж	З	И	K	Л	□
Балдары	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	6

Берілген айналымдағы белгісіз қосылыстарды анықтаңыздар. А-Л қосылыстарының құрылымдық формулаларын жазыңыздар. 1.000г органикалық Г заты жанғанда, 2.337 г CO_2 , 0.876 г H_2O және 0.124 г N_2 түзілген. Д және Л полимерлері өзара изомерлер.

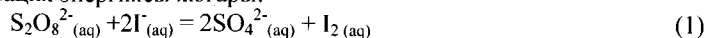


№11-3-2017 РХО. 7балл.

Пункттер	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.1.4	3.1.5	3.1.1	3.2.2	3.2.3
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Баллдары	0,5	1	1	1	1,5	1	0,5	0,5	7
----------	-----	---	---	---	-----	---	-----	-----	---

Иодид-иондарының (I⁻) пероксодисульфат-иондарымен (S₂O₈²⁻) тотықтыру реакциясының берілген теңдеуінің реттілігі екіге тең және активация энергиясы жоғары:

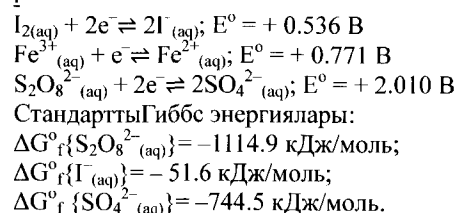


Берілген ақпаратты қолдана отырып, келесі сұрақтарға жауап беріңіз:

1. (1) Реакция теңдеуі үшін:
 - i. Жоғары активация энергиясының себебін ұсыныңыз;
 - ii. Ұяшықтың стандартты потенциалын E⁰ анықтаңыз;
 - iii. Стандартты Гиббс энергиясын ΔG⁰ анықтаңыз;
 - iv. ΔG⁰_f(I_{2(aq)}) мәнін анықтаңыз;
 - v. Әр-түрлі температурада өткізілген тәжірибе сериясынан кейін $\ln k = f(1/T)$ желілік тәуелділігі анықталған. Иін бұрышының тангенсі -9,76*10³ К тең болып шықты. Реакцияның активация энергиясын анықтаңыз.

2. (1) реакциясының жылдамдығы Fe³⁺ иондары катализаторын қосу арқылы жоғарлатуға болады. Бұл кезде реакция екі сатымен жүреді.

- i. Әр сатыда жүзеге асатын реакцияны дұрыс тәртіппен жазыңыз.
- ii. Толық катализденген реакцияның Гиббс энергиясы ΔG⁰ неге тең?
- iii. Катализатор қосқанда реакцияның активация энергиясы қалай өзгереді?



№11-4-2017 РХО. 9 балл.

пункт	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	Σ
баллдары	1	1,5	2	1,5	1	0,5	1,5	9

Кинетика

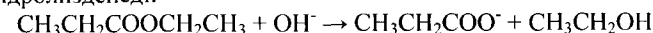
1. Біраз қиялдайық

Бір археологтар ежелгі артефакт тауып алады. Оның құрамындағы сирек радиоактивті элементті зерттеу өте маңызды. Алайда, уақыт тығыз. Олар элементтің 85 пайызы ыдырап біткенше лабораторияға жетулері қажет. Бұл элемент бірінші реттілікке сәйкес ыдырайды, ал жартылай ыдырау мерзімі 13 сағатқа тең.

- ii. Археологтардың қанша уақыты бар?

2. Шындыққа жақын

Пропан қышқылының этил эфирі сілтілік ортада келесі теңдеуге сәйкес гидролизденеді:



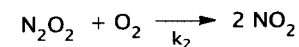
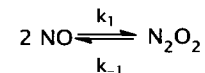
Кестеде үш тәжірибенің бастапқы жағдайлары көрсетілген:

Тәжірибе	[Эфир] (моль/л)	[OH ⁻] (моль/л)	v (ммоль/л сек)
1	0.0450	0.300	1.09
2	0.0900	0.300	2.15
3	0.0900	0.150	1.11

ii. Реакция жылдамдығы өрнегін жазыңыз және жылдамдық константасын анықтаңыз.

3. Азот оксидтері

2NO + O₂ → 2NO₂ реакциясы газ фазасында келесі механизмге сәйкес жүзеге асады:



мұнда $k_1 \approx k_{-1} \gg k_2$.

ii. NO₂ түзілу реакциясының жылдамдық өрнегін келесідей жазыңыз:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{d[NO_2]}{dt} = k \cdot [NO]^a \cdot [O_2]^b \cdot [NO_2]^c$$

және a, b, c-ларды анықтаңыз.

4. Реакция жылдамдығы өрнегі келесідей де жазылаады:

$$\frac{d[O_2]}{dt} = -k_3 \cdot [NO]^2 \cdot [O_2]$$

Егер бастапқыда NO газы O₂ газынан екі есе көп болса, өрнек қысқамдалады $[NO]:[O_2] = 2:1$

ii. Реакция жылдамдығы өрнегі келесідей болатынын көрсетіңіз:

$$\frac{d[O_2]}{dt} = -k'_3 \cdot [O_2]^x \text{ және } k_3 \text{ мен } k'_3 \text{ қатынасын табыңыз. X неге тең?}$$

5. Алынған өрнекті интегралдап, O₂ газының концентрациясы уақыт өткен сайын келесі заңға сай өзгеретінін көрсетіңіз:

$$\frac{1}{[O_2]^2} = \frac{1}{[O_2]_0^2} + 2 \cdot k'_3 \cdot t$$

6. Газ фазасында өтетін реакция кинетикасын зерттеу үшін газдардың қысымы өлшенеді. Оттектің қысымы келесідей есептеледі:

$$p(O_2) = p_{\text{жалпы}} - \frac{2}{3} p_{\text{жалпы}}$$

[O₂] моль/л орнына p(O₂) Па қолдануға болады, себебі ол концентрация арқылы өрнектеле алады.

ii. Газдың молярлық концентрациясы оның қысымымен қалай байланысатынын көрсетіңіз.

7. Кестеде 2:1 қатынастағы NO мен O₂ газдар қоспасының

кинетикалық мағлұматтары берілген. 298 К-де өлшенген:

t (сек)	0	60	120	180	240	300
$P_{\text{жалпы}} \times 10^{-4}$ (Па)	1.350	1.105	1.060	1.030	1.015	1.005
$p(\text{O}_2) \times 10^{-4}$ (Па)						
$1/p^2(\text{O}_2) \times 10^8$ (Па ⁻²)						

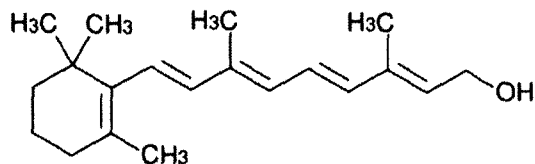
ii. Бос торларды толтырып, 5 пуктында есептелген өрнектің дұрыстығы график арқылы көрсетіңіз. k^{\prime}_3 -ті анықтаңыз.

№11-5-2017 РХО. Бояулар мен биологиялық қосылыстардағы түйіндескен молекулалар. 8 балл.

Пункттер	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	□
балдары	1,5	1,5	1,5	1	1,5	1	8

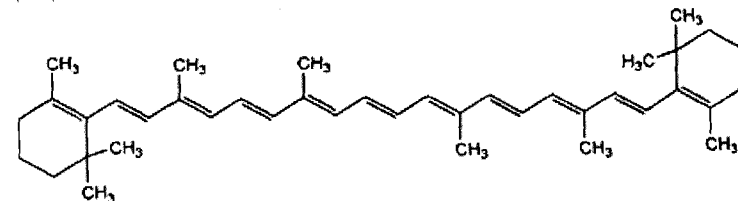
Түйіндескен екідайлы байланыстары бар органикалық заттардың қызықты қасиеттері бар. Құрамында кезектескен бірдайлы және екідайлы байланысы бар бұл молекулалар көрінетін және ультрафиолет сәулелерін сіңіреді. Бұл көптеген бояуларға тән. Бұл молекулалардың қасиеттері «қораптағы бөлшек» моделімен сипаттала алады. Бұл қорапта электрондардың бір-біріне әсері жоқ, ал тізбектегі потенциалды энергия тұрақты деп, сыртында – соңсыз деп қабылдаймыз. Потенциалды шұңқырдың ұзындығы Nd болсын, мұнда N – тізбектегі көміртек атомдарының саны, d – барлықбірдайлы және екідайлы байланыс ұзындықтарының қосындысының жартысы. Көміртек-көміртек бірдайлы байланыстың ұзындығы 1.54Å тең, ал екідайлы байланыс ұзындығы 1.32Å тең.

1. Потенциалды шұңқырдағы электронның энергия деңгейлерінің тендеуін жазыңыз.
2. Потенциалды шұңқырдағы электронның толқын функциясының тендеуін жазыңыз.
3. ЖИМО (ВЗМО)-дан ТБМО (НСМО)-ға көшуге қажет жарық жиілігінің тендеуін жазыңыз.
4. Бутадиен үшін ЖИМО-дан ТБМО-ға электрон көшкендегі жарық толқынының ұзындығын анықтаңыз.
5. А витамині құрылысы төменде берілген. А витаминінде электронның бірінші көшуі үшін қажет жарықтың толқын ұзындығын



анықтаңыз.

Бета-каротин құрылысы төменде берілген. Бета-каротинінде электронның бірінші көшуі үшін қажет жарықтың толқын ұзындығын анықтаңыз.



№11-6-2017 РХО. Полимер кристаллдары. 7 балл.

пункттер	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	□
балдары	1	1,5	1	1,5	2	7

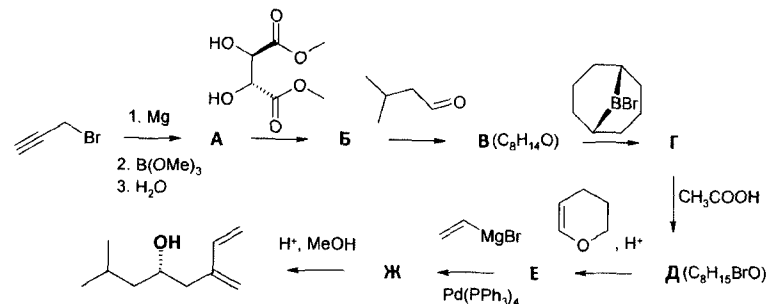
Полимерлер кристалды құрылысқа ие бола алады. Мұндай құрылыстарда полимерлер дәл иондық қосылыстардағыдай жинақталады. Алайда иондардың орнына кішігірім орамдардың домалақтары болады.

1. Поливинилхлоридтің полимеризация реакциясының энтальпиясын есептеңіз. Екідайлы көміртек-көміртек байланысының энергиясы 680 кДж/моль тең, ал бірдайлыныкі болса – 370 кДж/моль.
2. Полимердің полимеризация дәрежесі (n) 750 тең. Берілген формула бойынша полимер домалағының орташа ұзындығын есептеңіз: $L = l\sqrt{2n}$, мұнда L – домалақтың орташа ұзындығы, l – көміртек-көміртек байланыс ұзындығы және n – полимеризацияның орташа дәрежесі. Көміртек-көміртек байланысының ұзындығын 0.154 нм қабылданыз.
3. Тарқатылған полимердің орташа ұзындығын есептеңіз (L_{ext}).
4. Полиэтиленнің параметрлері 0.255 нм × 0.494 нм × 0.741 нм тең кристалды торындағы көміртек және сутек атомдарының санын анықтаңыз. Бұл құрылыстың тығыздығын 0.9979 г/см³ тең деп қабылданыз.
5. Ақуыздар – ол биологиялық полимерлер. Олардың глобулалық құрылысы біздің домалақтар тәрізді. Делік, бізде АВ ақуыз қосылысы бар, мұндағы А – глобулалық ақуыз, В – глобулалық ақуыз. Бұл қосылыс натрий хлоридінің құрылысындай жинақталатыны белгілі. Бұл АВ кристалды тордағы бос емес кеңістіктің үлесін анықтаңыз. А ақуызының радиусы 0.78 нм болса, ал В глобулалық ақуыздың радиусы 1.32 нм тең.

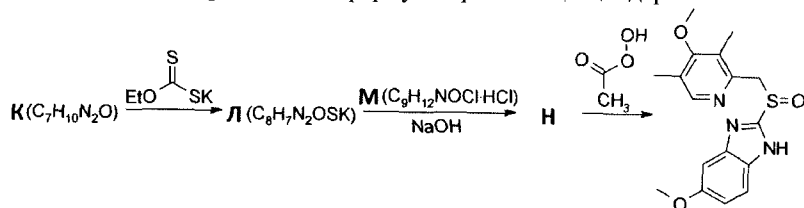
№11-7-2017 РХО. 7 балл.

Заттар	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	К	Л	М	Н	Σ
Балдары	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	7

А) А-Ж қосылыстарының құрылымдық формулаларын жазыңыздар.



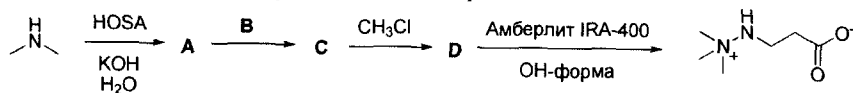
Б) **К-Н**-ның құрылымдық формулаларын анықтаңыздар.



№11-8-2017 PXO. 8 балл.

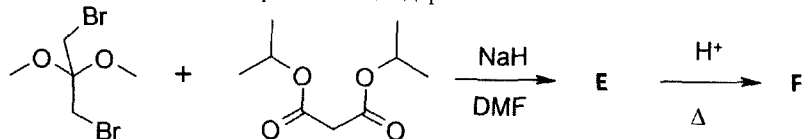
Заттар	A	B	C	D	E	F	G	H	I	M	N	Σ
Баллдары	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	8

А) **A-D** қосылыстарын анықтаңыздар.

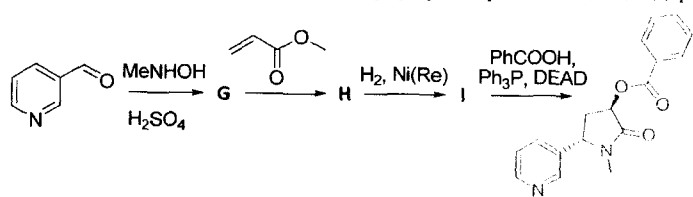


НOSA – гидроксилламин-О-сульфо кислота

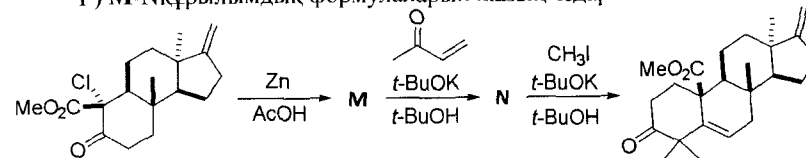
Б) **E, F** қосылыстарын табыңыздар.



В) **G-I** заттарының құрылымдық формулаларын анықтаңыздар.



Г) **M-N** құрылымдық формулаларын жазыңыздар.

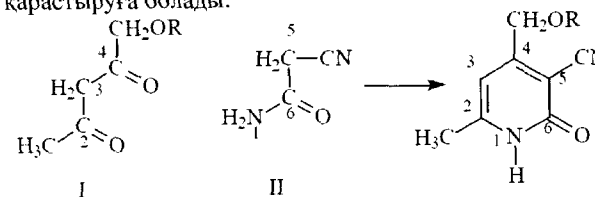


№11-9-2017 PXO. 6 балл. Оксиметилпиридиндік дәрумендер (В₆ дәрумені)

Заттар	A	B	C	D	E	F	G	H	□
Баллдары	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	6

Гаррис және Фолькерс американдық ғалымдары 1939 жылы В₆ дәруменінің (пиридоксин) алу жолын ойлап тапты. Ал оның құрылымын алғаш рет Е. Стиллер мен Г. Вендт ұсынған болатын.

Пиридоксин молекуласын I и II құрылымнан тұратын қосылыс ретінде қарастыруға болады:

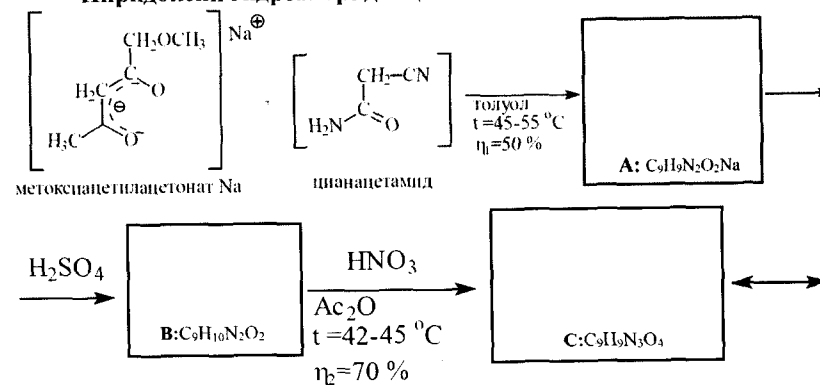


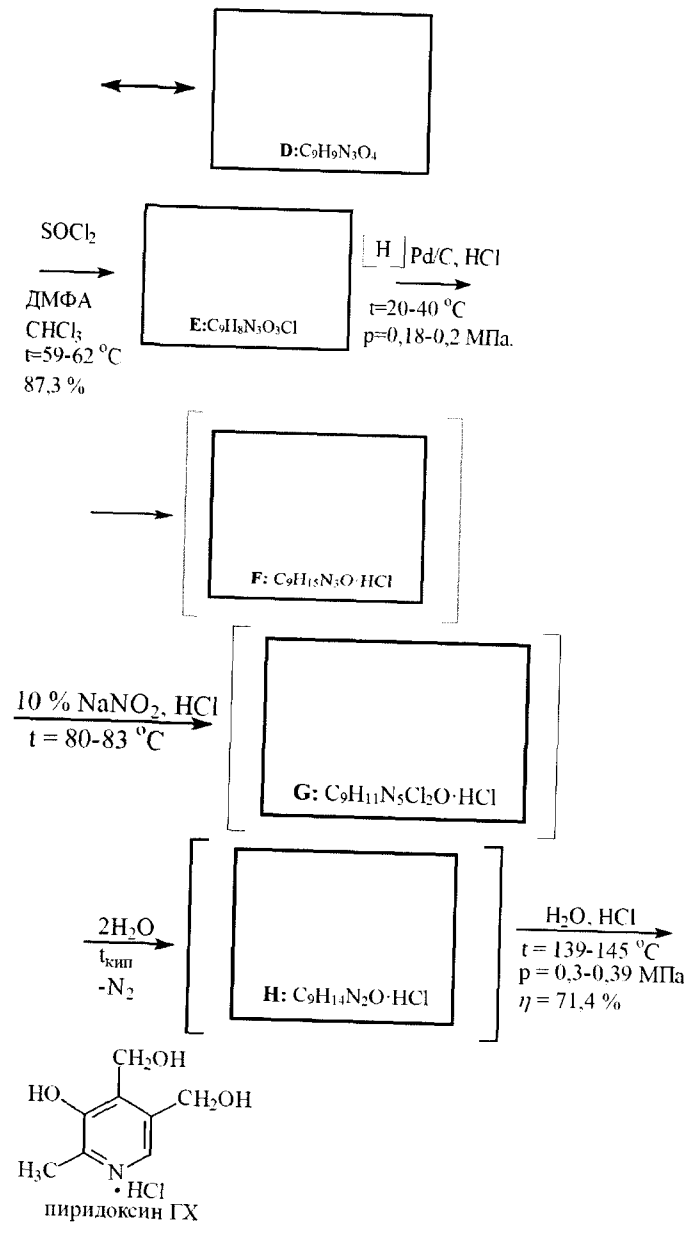
α-кетоглутарат цианацетамид

«пиридон»

В₆ дәруменінің синтезінде негізгі жартылай өнім «пиридон» болып табылады. Белгілі синтез жолдарын қолдану арқылы (нитрлеу, хлорлау, тотықсыздану, диазоттау және басқалары) одан пиридоксин гидрохлоридін оңай айналуға болады.

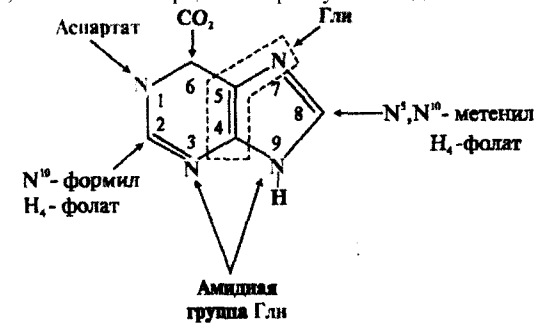
Пиридоксин гидрохлоридінің химиялық синтез схемасы





1. А, В, С, D, E, F, G, H қосылыстарының құрылымдық формулаларын жазыңыздар.

№11-10-2017 РХО. 8 балл. Пуриндік нуклеотидтердің синтезі
 Зәр қышқылының пуриндік сақинасына глициннің ^{15}N -и ^{14}C , аспараттың ^{15}N , глутаминнің ^{15}N атомдары кездесетінін тәжірибе жүзінде алғаш дәлелдеген Дж. Бьюкенен мен Дж. Гринбергтің зерттеу нәтижелерін, келесі сызба арқылы көрсетуге болады:

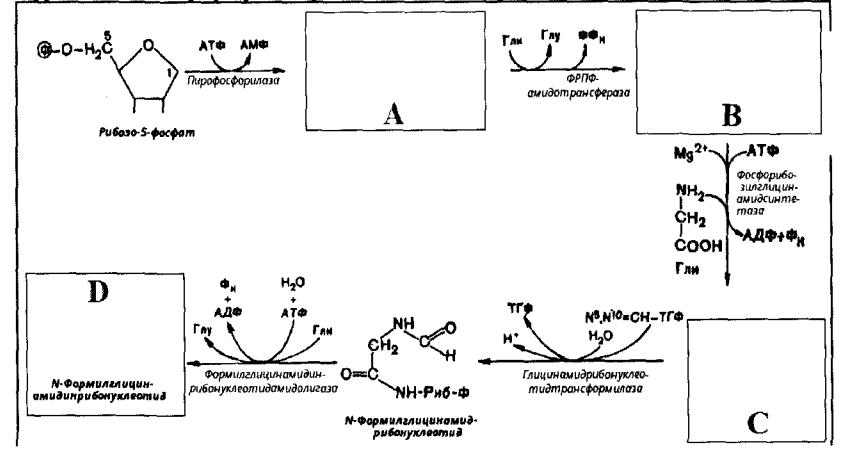


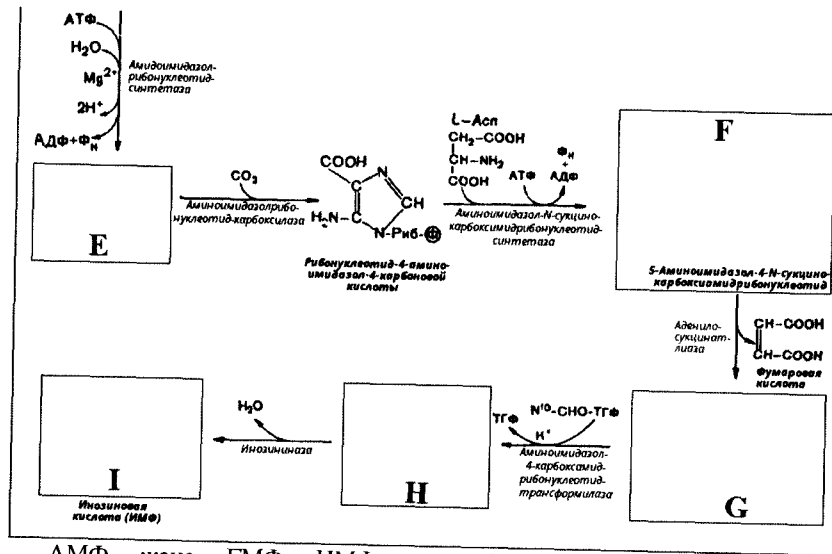
Инозин қышқылы немесе инозин монофосфаты (ИМФ) – сәйкес гипоксантин рибонуклеозидінің сәйкес монофосфаты болып табылады. Инозин қышқылы метаболizmде маңызды рөл атқарады. Пуриндік нуклеотидтер инозин қышқылының биологиялық белсенді туындысы болып табылады. Пуриндік нуклеотидтер нуклеин қышқылдарының құрамына кіреді, сондай-ақ АТФ молекуласының құрамына.

1-ші пункт

Заттар	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Σ
Баллдары	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8	0.4	4

1. Төменде инозин қышқылын (ИМФ) алу синтез сызбасы келтірілген. Белгісіз А, В, С, D, E, F, G, H, I қосылыстарының құрылымдық формулаларын жазыңыздар.

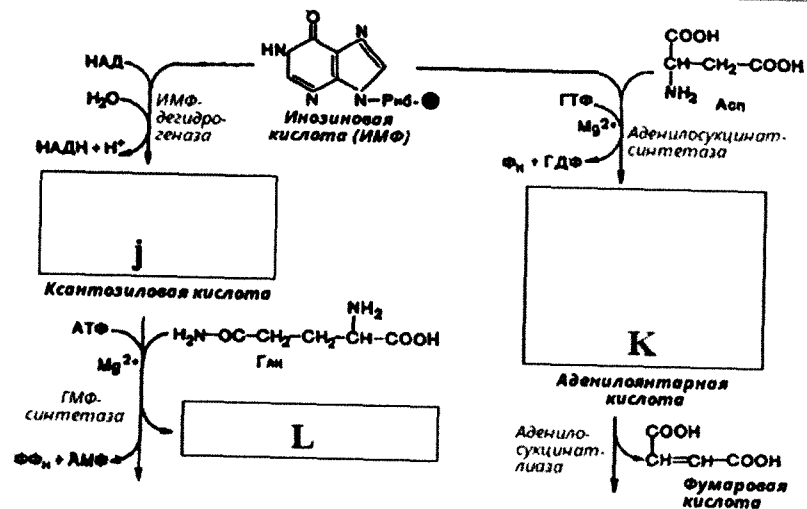




АМФ және ГМФ ИМФ-тен түзіледі, сонымен қатар екі мононуклеотидтің синтезінде екі ферменттен қатысады, және олардың жұмыс істеу механизмдері әртүрлі. АМФ және ГМФ екі сатылы синтезін химиялық реакция түрінде көрсетуге болады.

2. J, K, L, M, N қосылыстарының құрылымдық формулаларын жазыңыздар.

Заттар	J	K	L	M	N	□
Баллдары	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5



пункт	3	4	5	□
баллдары	0.5	0.5	0.5	1.5

3. АМФ –тің адениннен түзілу синтезінің сызбасын келтіріңіз. Реакцияны катализдейтін ферменттерді көрсетіңіз.
4. ИМФ қиылыстық реттеу жолдары не себепті қолданылады?
5. Пуриндік нуклеотидтердің синтезі тәуелді негізгі көрсеткіш не болып табылады, және ол өз кезегінде неге тәуелді?

ЗАДАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА

10 КЛАСС

№10-6-2017 РХО. 9баллов.

пункт	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	Σ
баллы	1	1,5	2	1,5	1	0,5	1,5	9

Кинетика

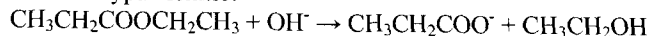
1. Немного фантазии

Некие археологи обнаружили древний артефакт, который необходимо исследовать на наличие редкого радиоактивного элемента. Однако времени не так много. Они должны успеть привезти находку в лаборатории до тех пор, пока не более 85% элемента распадется. Распадается элемент согласно уравнению первого порядка, а время полураспада равно 13 часам.

iii. Сколько времени у археологов?

2. Ближе к жизни

Этиловый эфир пропановой кислоты гидролизуеться в щелочной среде согласно уравнению:



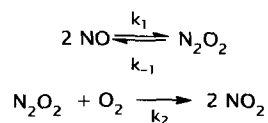
В таблице приведены начальные условия для трех экспериментов:

Эксперимент	[Эфир] (моль/л)	[OH ⁻] (моль/л)	v (ммоль/л·сек)
1	0.0450	0.300	1.09
2	0.0900	0.300	2.15
3	0.0900	0.150	1.11

iii. Напишите выражение для скорости реакции и определите значение константы скорости.

3. Оксиды азота

Реакция $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ в газовой фазе протекает согласно следующему механизму:



где $k_1 \approx k_{-1} \gg k_2$.

iii. Напишите выражение для скорости реакции образования NO_2 в виде $\frac{1}{2} \cdot \frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = k \cdot [\text{NO}]^a \cdot [\text{O}_2]^b \cdot [\text{NO}_2]^c$ и определите a, b и c.

4. Выражение скорости реакции можно также написать в виде: $\frac{d[\text{O}_2]}{dt} = -k_3 \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2]$

Это выражение может быть упрощено, если в начале NO будет вдвое больше O_2 , т.е. $[\text{NO}]:[\text{O}_2] = 2:1$

iii. Покажите, что выражение скорости реакции будет в виде: $\frac{d[\text{O}_2]}{dt} = -k'_3 \cdot [\text{O}_2]^x$ и определите соотношения k_3 и k'_3 . Чему равен x?

5. Проинтегрируйте выражение, полученное в предыдущем пункте, и покажите, что концентрация O_2 со временем меняется согласно:

$$\frac{1}{[\text{O}_2]^2} = \frac{1}{[\text{O}_2]_0^2} + 2 \cdot k'_3 \cdot t$$

6. Для изучения кинетики реакций, проходящих в газовой фазе измеряют давление газа, которое меняется со временем. Давление кислорода может быть выражено: $p(\text{O}_2) = p_{\text{общее}} - \frac{2}{3} p_{\text{O, общее}}$

Вместо $[\text{O}_2]$ в моль/л, можете пользоваться $p(\text{O}_2)$ в Па, которое может быть выражено через концентрацию.

iii. Напишите выражение, связывающее молярную концентрацию газа с его парциальным давлением.

7. В таблице приведены кинетические данные для смеси NO и O_2 в соотношении 2:1. Измерено при 298 К:

t (сек)	0	60	120	180	240	300
$P_{\text{общее}} \times 10^{-4}$ (Па)	1.350	1.105	1.060	1.030	1.015	1.005
$p(\text{O}_2) \times 10^{-4}$ (Па)						
$1/p^2(\text{O}_2) \times 10^8$ (Па ⁻²)						

iii. Заполните пустые клетки и покажите графически, что выражение скорости реакции в пункте 5 правильно. Рассчитайте k'_3 .

№10-7-2017 РХО. 7 баллов.

пункт	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	□
баллы	1	1,5	1	1,5	2	7

Полимеры принимают молекулярную кристаллическую структуру. В такой структуре, полимеры упаковываются также, как и ионные соединения, только в виде свернутых в клубок витков вместо ионов.

1. Посчитайте энтальпию реакции полимеризации поливинилхлорида, если энергия двойной углерод-углеродной связи равна 680 кДж/моль, а энергия простой углерод-углеродной связи – 370 кДж/моль.

2. Образец полимера имеет среднюю степень полимеризации (n) равную 750. Определите среднюю длину клубка полимера по формуле $L = l\sqrt{2n}$, где L – это средняя длина клубка, l – длина связи углерод-углерод n – средняя степень полимеризации. Длину углерод-углеродной связи примите равной 0.154 нм.

3. Рассчитайте среднюю длину полностью размотанного полимера (L_{ext}).

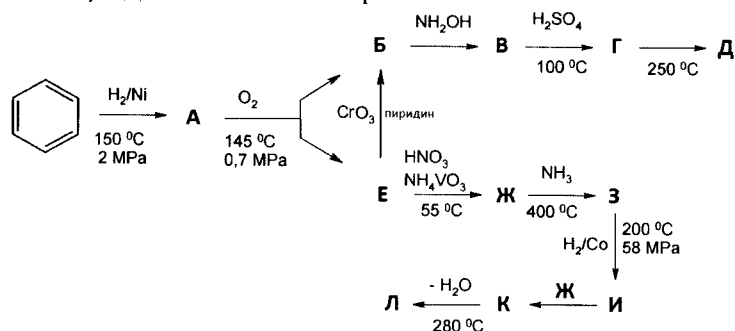
4. Посчитайте число атомов углерода и атомов водорода кристаллической ячейке полиэтилена с параметрами 0.255 нм × 0.494 нм × 0.741 нм. Примите, что плотность данной кристаллической структуры равна 0.9979 г/см³.

5. Белки – это биологические полимеры, которые могут принимать глобулярную структуру, схожую с клубком. Предположим, у нас есть белковое соединение типа АВ, где А – это глобулярный белок А, а В – это глобулярный белок В. Обнаружено, что данный белок принимает структуру хлорида натрия. Рассчитайте долю занятого пространства в кристаллической ячейке данного белкового соединения АВ, если радиус глобулярного белка А составляет 0.78 нм, а радиус глобулярного белка В – 1.32 нм.

№10-8-2017 РХО. 7 баллов.

Вещества	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	□
баллы	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1	7

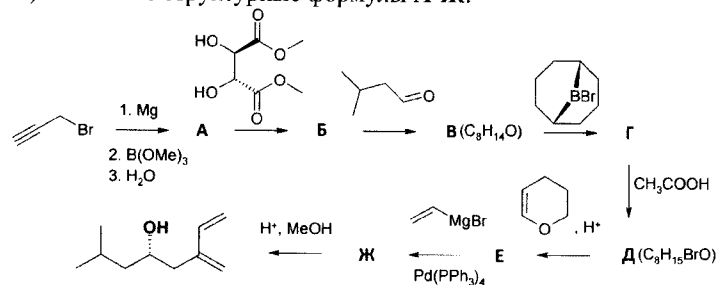
Расшифруйте следующую цепочку превращений. Напишите структурные формулы соединения А-Л. При сжигании 1.000 г органического вещества Г образуется 2.337 г CO₂, 0.876 г H₂O и 0.124 г N₂. Полимеры Д и Л являются изомерами.



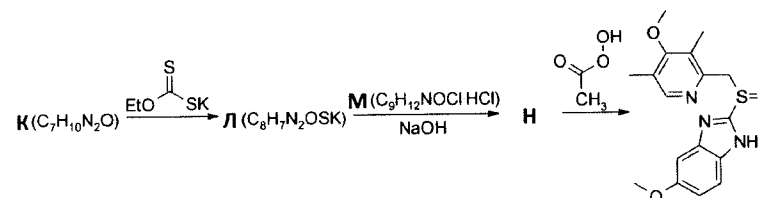
№10-9-2017 РХО. 9 баллов.

Вещества	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	К	Л	М	Н	Σ
Баллы	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1	9

А) Напишите структурные формулы А-Ж.



Б) Определите структурные формулы К-Н.



№10-10-2017 РХО. Орнитинный цикл. 8 баллов.

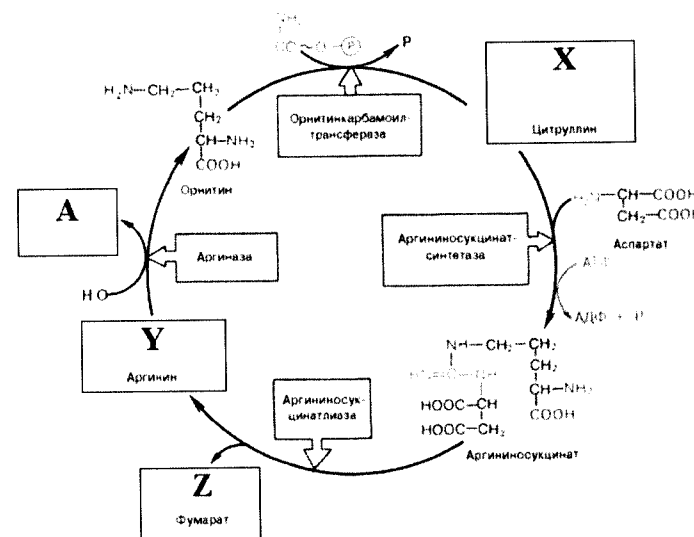
Орнитинный цикл или цикл Кребса-Ганзелейта или цикл вещества А - последовательность биохимических реакций млекопитающих и нескольких рыб. Вещество А имеет особое значение в развитии органической химии. Вёлер в 1928 году смог провести синтез этого вещества из неорганических веществ.

1. Назовите и напишите структурную формулу вещества А. 1 балл

2. Приведите структурные формулы веществ Х-З. Какие из них являются оптически активными? Укажите хиральные центры.

Вещества	Х	У	З	□
Баллы	1.5	1.5	1.5	4.5

3. Дайте классификацию аргинина как аминокислоты (полярная, неполярная, заряженная, незаряженная, ароматическая, гетероциклическая). 2.5 баллов.



11 КЛАСС

(Время на выполнение 300 минут). 70 баллов.

№11-1-2017 РХО. Иодид-ионы. 4 баллов.

Пункт	1.1.	1.2.	1.3.
Баллы	1	1,5	1,5

Важным способом качественного определения наличия ионов свинца(II), также как и иодид-ионов является получение желтого осадка PbI_2 . Произведение растворимости этой соли равно $8.30 \cdot 10^{-9}$.

1. Определите молярные концентрации ионов Pb^{2+} и I^- в насыщенном растворе PbI_2 .

Для проведения тестового анализа был приготовлен раствор иодида калия (раствор А) с концентрацией 0.100 М. Теперь необходимо приготовить раствор нитрата свинца (раствор В) нужной концентрации при объеме раствора 100 мл.

2. Рассчитайте минимальную массу нитрата свинца (II), необходимую для приготовления раствора, чтобы выпал осадок при сливании двух растворов. Считайте, что их объемы равны.

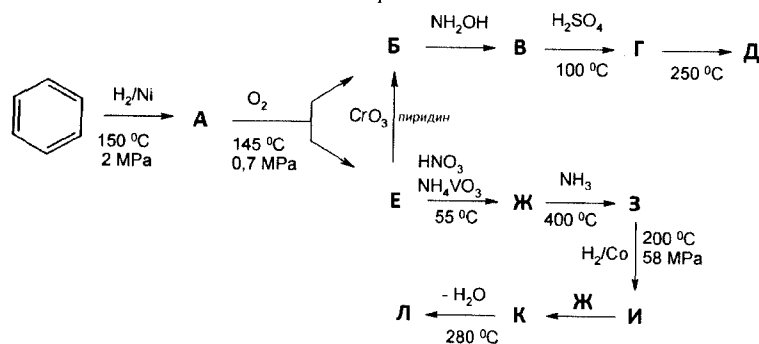
Твердый PbI_2 был добавлен в раствор 0.1М иодида натрия.

3. Используя нужные упрощения, рассчитайте концентрацию Pb^{2+} в этом растворе.

№11-2-2017 РХО. 6 баллов.

Вещества	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	□
баллы	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	6

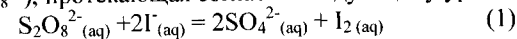
Расшифруйте следующую цепочку превращений. Напишите структурные формулы соединения А-Л. При сжигании 1.000 г органического вещества Г образуется 2.337 г CO_2 , 0.876 г H_2O и 0.124 г N_2 . Полимеры Д и Л являются изомерами.



№11-3-2017 РХО. 7 баллов.

Пункт	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.1.4	3.1.5	3.1.1	3.2.2	3.2.3	□
Баллы	0,5	1	1	1	1,5	1	0,5	0,5	7

Реакция окисления иодид-ионов (I^-) пероксодисульфат-ионами ($S_2O_8^{2-}$), протекающая согласно следующему уравнению:



имеет второй порядок реакции и высокую энергию активации.

Используя приведенные ниже справочные данные, ответьте на следующие вопросы:

3. Для уравнения реакции (1):

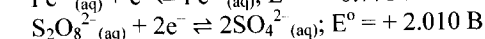
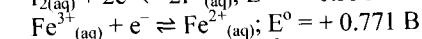
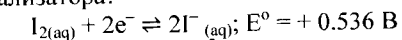
- vi. Предложите причину высокой энергии активации;
- vii. Рассчитайте стандартный потенциал ячейки E^0 для реакции;
- viii. Рассчитайте стандартную энергию Гиббса ΔG^0 реакции;
- ix. Рассчитайте значение $\Delta G^0_f(I_2(aq))$;
- x. После проведения серии экспериментов при различных температурах была получена линейная зависимость $\lg k = f(1/T)$. Тангенс угла наклона оказался равен $-9,76 \cdot 10^3$ К. Рассчитайте энергию активации реакции.

4. Скорость реакции (1) может быть увеличена при добавлении ионов Fe^{3+} в качестве катализатора. В этом случае реакция протекает в две стадии.

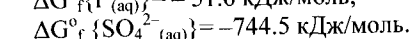
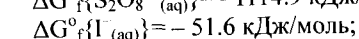
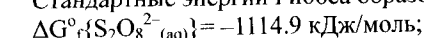
iv. Напишите уравнения взаимодействия для каждой стадии в правильном порядке.

v. Чему равна энергия Гиббса ΔG^0 для суммарной катализируемой реакции?

vi. Как изменится энергия активации реакции при добавлении катализатора?



Стандартные энергии Гиббса образования:



№11-4-2017 РХО. 9 баллов.

пункт	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	Σ
баллы	1	1,5	2	1,5	1	0,5	1,5	9

Кинетика

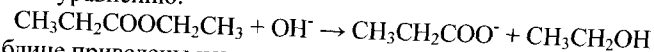
1. Немного фантазии

Некие археологи обнаружили древний артефакт, кото необходимо исследовать на наличие редкого радиоактивного элемента. Однако времени не так много. Они должны успеть привезти находку в лабораторию до тех пор, пока не более 85% элемента распадет. Распадается элемент согласно уравнению первого порядка, а в полураспаде равно 13 часам.

iv. Сколько времени у археологов?

2. Ближе к жизни

Этиловый эфир пропановой кислоты гидролизуеться в щелочной среде согласно уравнению:



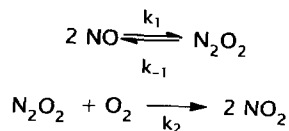
В таблице приведены начальные условия для трех экспериментов:

Эксперимент	[Эфир] (моль/л)	[OH ⁻] (моль/л)	v (ммоль/л·сек)
1	0.0450	0.300	1.09
2	0.0900	0.300	2.15
3	0.0900	0.150	1.11

iv. Напишите выражение для скорости реакции и определите значение константы скорости.

3. Оксиды азота

Реакция $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ в газовой фазе протекает согласно следующему механизму:



где $k_1 \approx k_{-1} \gg k_2$.

iv. Напишите выражение для скорости реакции образования NO_2 в виде

$$\frac{1}{2} \frac{d[\text{NO}_2]}{dt} = k \cdot [\text{NO}]^a \cdot [\text{O}_2]^b \cdot [\text{NO}_2]^c$$

и определите a, b и c.

4. Выражение скорости реакции можно также написать в виде:

$$\frac{d[\text{O}_2]}{dt} = -k_3 \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2]$$

Это выражение может быть упрощено, если в начале NO будет вдвое больше O_2 , т.е. $[\text{NO}]:[\text{O}_2] = 2:1$

iv. Покажите, что выражение скорости реакции будет в виде: $\frac{d[\text{O}_2]}{dt} = -k'_3 \cdot [\text{O}_2]^x$ и определите соотношение k_3 и k'_3 . Чему равен x?

5. Проинтегрируйте выражение, полученное в предыдущем пункте, и покажите, что концентрация O_2 со временем меняется согласно:

$$\frac{1}{[\text{O}_2]^2} = \frac{1}{[\text{O}_2]_0^2} + 2 \cdot k'_3 \cdot t$$

6. Для изучения кинетики реакций, проходящих в газовой фазе измеряют давление газа, которое меняется со временем. Давление кислорода может быть выражено:

$$p(\text{O}_2) = p_{\text{общее}} - \frac{2}{3} p_{\text{O, общее}}$$

Вместо $[\text{O}_2]$ в моль/л, можете пользоваться $p(\text{O}_2)$ в Па, которое может быть выражено через концентрацию.

iv. Напишите выражение, связывающее молярную концентрацию газа с его парциальным давлением.

7. В таблице приведены кинетические данные для смеси NO и O_2 соотношении 2:1. Измерено при 298 К:

t (сек)	0	60	120	180	240	300
$P_{\text{общее}} \times 10^{-4}$ (Па)	1.350	1.105	1.060	1.030	1.015	1.005
$p(\text{O}_2) \times 10^{-4}$ (Па)						
$1/p^2(\text{O}_2) \times 10^8$ (Па ⁻²)						

iv. Заполните пустые клетки и покажите графически, что выражены скорости реакции в пункте 5 правильно. Рассчитайте k'_3 .

№11-5-2017 РХО. Сопряженные молекулы в красках биологических соединениях. 8 баллов.

пункт	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	<input type="checkbox"/>
баллы	1,5	1,5	1,5	1	1,5	1	8

Органические молекулы с сопряженными двойными связями обладают рядом интересных свойств. Имеющие в своей структуре чередующиеся простые и двойные связи такие соединения способны поглощать видимый и ультрафиолетовый излучения. Такая структура характерна многим краскам. Свойства этих молекул могут быть примерно описаны моделью частицы в ящике, в которой предположительно отсутствуют взаимодействия между электронами, а потенциальная энергия по цепи принимается постоянной и потенциальная энергия в цепи – бесконечной. Предположим, что длина потенциальной ямы равна Nd , где N – число атомов углерода в цепи и d – половина суммы длин простой и двойной углерод-углеродных связей. Длина простой углерод-углеродной связи равна 1.54 \AA , а длина двойной углерод-углеродной связи равна 1.32 \AA .

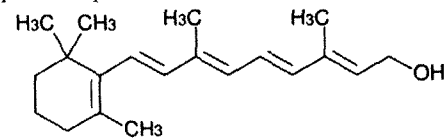
1. Напишите уравнение для уровней энергии электрона в данной потенциальной яме.

2. Напишите уравнение волновой функции электрона в данной потенциальной яме.

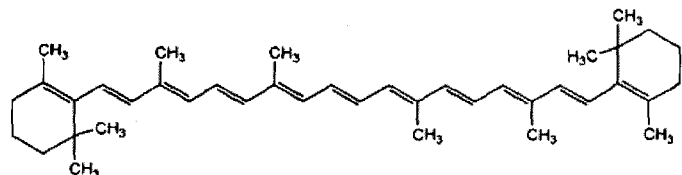
3. Напишите уравнение для частоты света, необходимой для перехода с ВЗМО на НСМО.

4. Определите длину волны света при переходе электрона с ВЗМО на НСМО для бутадиена.

5. Структура витамина А приведена ниже. Определите длину волны света для первого перехода в витамине А.



6. Структура бета-каротина приведена ниже. Определите длину волны света для первого перехода в бета-каротине.



№11-6-2017 РХО. Кристаллы полимеров. 7 баллов.

пункт	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	□
баллы	1	1,5	1	1,5	2	7

Полимеры принимают молекулярную кристаллическую структуру. В такой структуре, полимеры упаковываются также, как и ионные соединения, только в виде свернутых в клубок витков вместо ионов.

6. Посчитайте энтальпию реакции полимеризации поливинилхлорида, если энергия двойной углерод-углеродной связи равна 680 кДж/моль, а энергия простой углерод-углеродной связи – 370 кДж/моль.

7. Образец полимера имеет среднюю степень полимеризации(n) равную 750. Определите среднюю длину клубка полимера по формуле $L = l\sqrt{2n}$, где L – это средняя длина клубка, l – длина связи углерод-углерод и n – средняя степень полимеризации. Длину углерод-углеродной связи примите равной 0.154 нм.

8. Рассчитайте среднюю длину полностью размотанного полимера (L_{ext}).

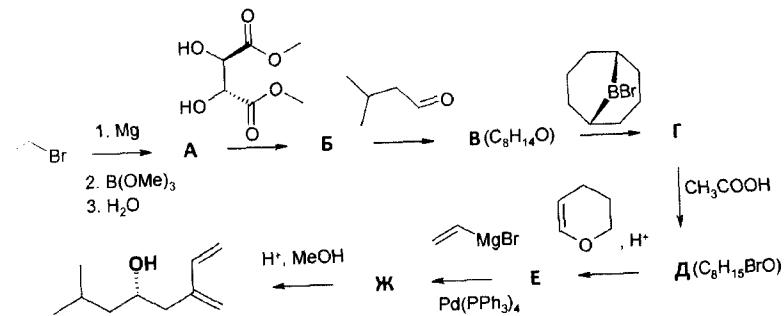
9. Посчитайте число атомов углерода и атомов водорода в кристаллической ячейке полиэтилена с параметрами 0.255 нм × 0.494 нм × 0.741 нм. Примите, что плотность данной кристаллической структуры равна 0.9979 г/см³.

10. Белки – это биологические полимеры, которые могут принимать глобулярную структуру, схожую с клубком. Предположим, у нас есть белковое соединение типа АВ, где А – это глобулярный белок А, а В – это глобулярный белок В. Обнаружено, что данный белок принимает структуру хлорида натрия. Рассчитайте долю занятого пространства в кристаллической ячейке данного белкового соединения АВ, если радиус глобулярного белка А составляет 0.78нм, а радиус глобулярного белка В – 1.32нм.

№11-7-2017 РХО. 7 баллов.

Вещества	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	К	Л	М	Н	Σ
Баллы	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	7

А) Напишите структурные формулы А-Ж.



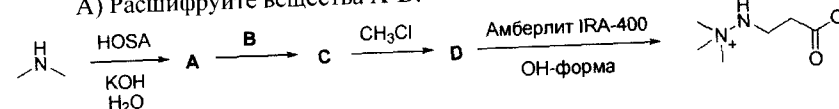
Б) Определите структурные формулы К-Н.



№11-8-2017 РХО. 8 баллов.

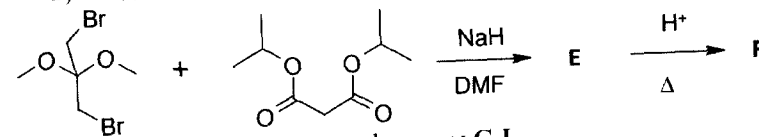
Вещества	A	B	C	D	E	F	G	H	I	M	N	Σ
Баллы	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	8

А) Расшифруйте вещества А-Д.

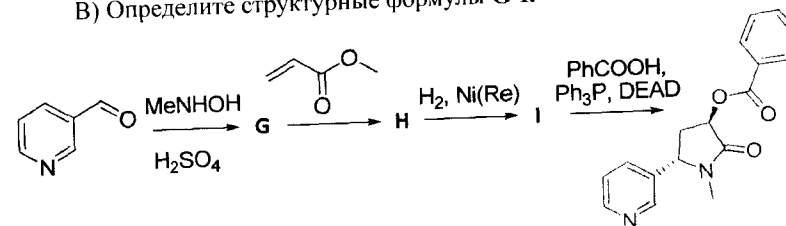


НOSA – гидросиламин-О-сульфоуксусная кислота

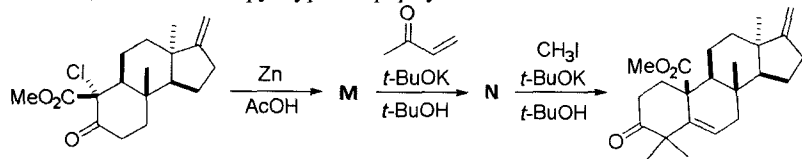
Б) Найдите соединения Е, F.



В) Определите структурные формулы G-I.



Г) Напишите структурные формулы M-N.

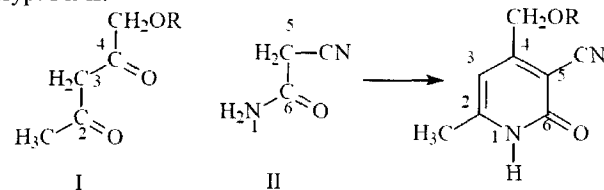


№11-9-2017 РХО. 6 баллов. Оксиметилпиридиновые витамины (витамин В₆)

Вещества	A	B	C	D	E	F	G	H	□
Баллы	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	6

Витамин В₆ (пиридоксин) был открыт в 1934 г. Георги, в 1938 г. он был выделен из рисовых отрубей, идентифицирован как витамин В₆ в 1939 г., в этом же году американцы Гаррис и Фолькерс разработали его синтез. Его строение было установлено Е. Стиллером и Г. Вендтом.

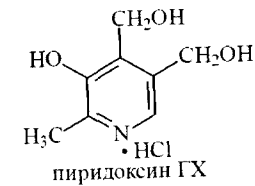
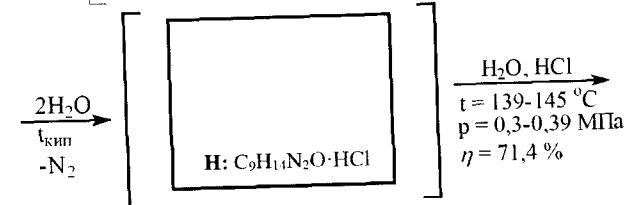
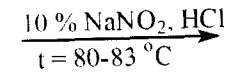
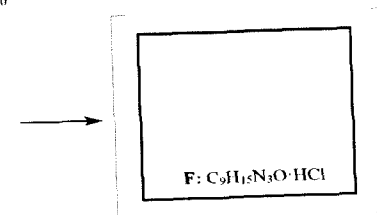
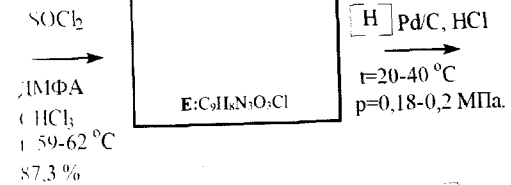
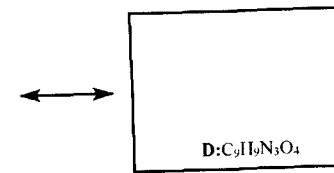
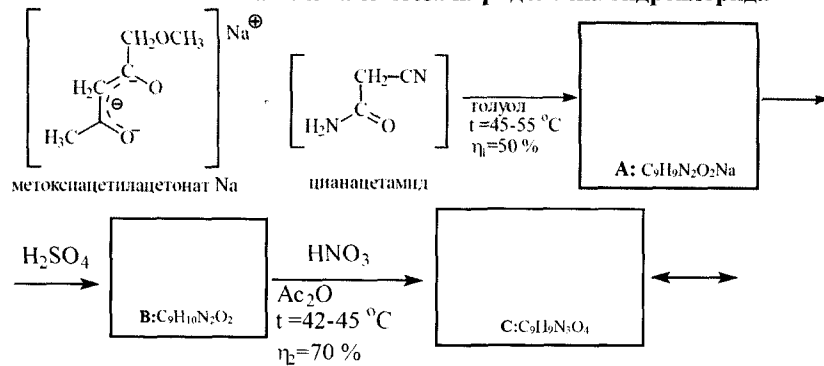
Молекулу пиридоксина можно рассматривать, как состоящую из двух структур: I и II.



I метоксацетилацетон II шанацетамид "пиридон"

«Пиридон» является ключевым полупродуктом в синтезе витамина В₆. От него легко можно перейти к пиридоксину гидрохлориду, используя известные методы синтеза (нитрование, хлорирование, восстановление, диазотирование и др.)

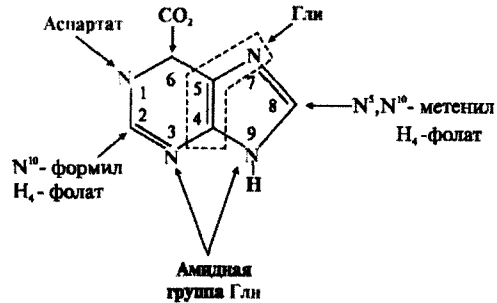
Химическая схема синтеза пиридоксина гидрохлорида



1. Напишите структурные формулы соединения А, В, С, D, Е, F, G, H.

№11-10-2017 РХО. 8 баллов. Биосинтез пуриновых нуклеотидов

Результаты исследований Дж. Бьюкенена, Дж. Гринберга, в котором экспериментально доказано что в пуриновое кольцо мочевиной кислоты входят атомы ¹⁵N- и ¹⁴C-глицина, ¹⁵N-аспартата, ¹⁵N-глутамината и др. можно представить в виде схемы:



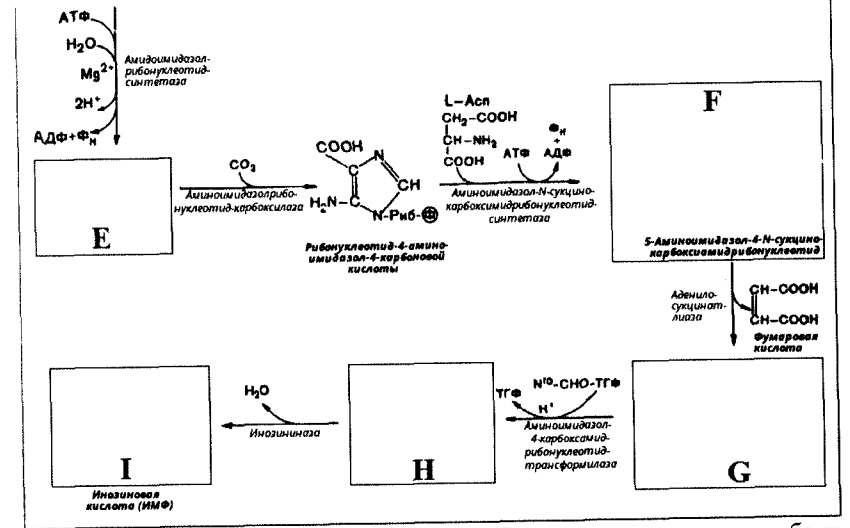
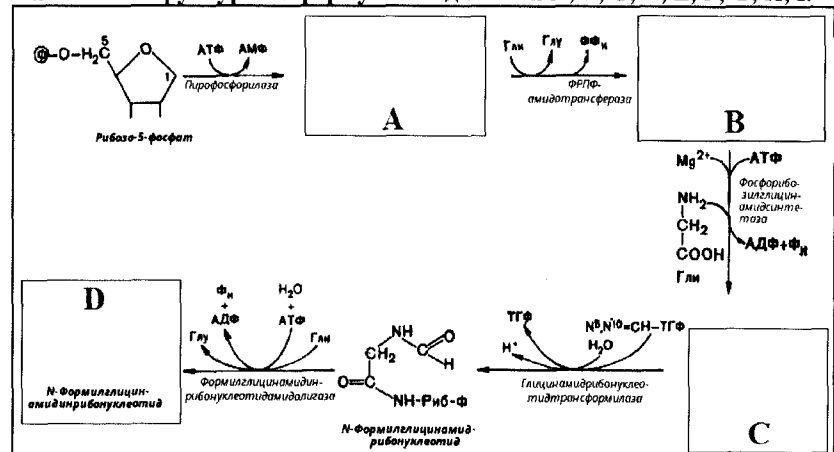
Инозиновая кислота или инозин монофосфат (ИМФ) — являющийся монофосфатом соответствующего рибонуклеозида гипоксантина. Инозиновая кислота играет важную роль в метаболизме. Биологически важными производными инозиновой кислоты являются пуриновые нуклеотиды, входящие в состав нуклеиновых кислот, а также АТФ, который служит для сохранения химической энергии в клетках.

1 пункт

Вещества	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Σ
Баллы	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8	0.4	4

1. Ниже приведена схема синтеза инозиновой кислоты (ИМФ).

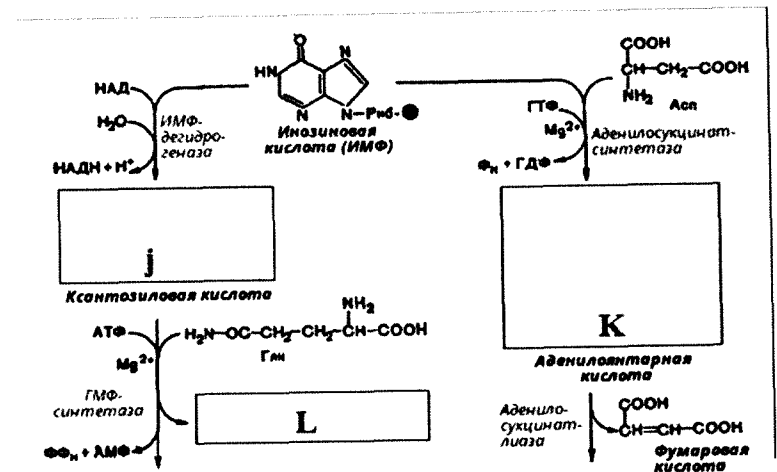
Напишите структурные формулы соединения А, В, С, D, E, F, G, H, I.

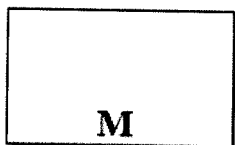


АМФ и ГМФ образуются из ИМФ, причем в синтезе обоих мононуклеотидов участвуют по два фермента, различных по своему механизму действия. Образование ГМФ из ИМФ катализируют ИМФ-дегидрогеназа и ГМФ-синтетаза. Механизм двухэтапного синтеза АМФ и ГМФ можно представить в виде химических реакций.

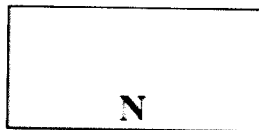
2. Напишите структурные формулы соединения J, K, L, M, N.

Вещества	J	K	L	M	N	□
Баллы	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5





Гуаниловая кислота
(ГМФ)



Аденовиловая кислота
(АМФ)

пункт	3	4	5	□
баллы	0.5	0.5	0.5	1.5

3. Приведите схему синтеза получения АМФ из аденина. Укажите катализирующий фермент реакции.

4. Для чего служит перекрёстная регуляция путей использования ИМФ?

5. Что является основным показателем, от которого зависит синтез пуриновых нуклеотидов, и от чего в свою очередь она зависит?

ЭКСПЕРИМЕНТТІК ТУР ТАПСЫРМАСЫ

9 СЫНЫП

(Жұмысты орындауға 3 сағат уақыт беріледі) 30 балл

Нөмірленген сегіз сынауықта бейорганикалық заттар – тұздар, негіздер, қышқылдар бар. Берілген ерітінділерді пайдалана отырып әрбір сынауықта қандай зат бар екендігін анықтаңыз. Катиондар ретінде сутек, аммоний, натрий, кальций, магний, барий, қорғасын, мырыш, марганец, темір (II), темір (III) және алюминий, ал аниондар ретінде сульфат, хлорид, бромид, иодид, карбонат, гидроксид, нитрат иондары болу мүмкіндігімен сіздерге анализге берілген қосылыстардың формулаларын анықтаңыз. Анализ нәтижелерін келесі белгілерді қолдана отырып практикалық матрицаға енгізіңіз: тұнбаның түзілуі $\downarrow_{\text{түсі}}$, тұнбаның еруі және суда ерімтал комплекстің түзілуі $\downarrow_{\text{ер}}$, газдың бөлінуі \uparrow . Матрицаның төменгі бөлігіне анализ нәтижелері бойынша ерітінділердің сіздер ұсынған формулаларын жазыңыз. Әрбір затты анықтау реакцияларының химиялық теңдеулерін (молекулалық және иондық түрде) жазыңыз.

10 СЫНЫП

Ерітіндіде бірлесе жүрген мыс (II) және мырыш (II) иондарын комплексонометрлік титрлеу әдісімен анықтау.

(Жұмысты орындауға 3.5 сағат уақыт беріледі) 30 балл

Жұмыстың әдістемесі:

- Бюретканы ЭДТА-ның ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$) стандартты ерітіндісімен толтырыңыз;
- Сийымдылығы 100,0 мл өлшеуіш колбадағы анализденетін ерітінді (сеп) колба белгісіне дейін дистилденген сумен сұйытылып, жақсылап араластырыңыз;

1-титрлеу:

- Титрлеуге арналған конусты колбаға анализденетін ерітіндінің аликвотты бөлігін пипеткамен енгізіңіз, оған бір мезгілде ~15-20 мл дистилденген су, ~5 мл ацетатты буфер ерітіндісін (рН 5-6) қосыңыз жақсылап араластырыңыз;

- Ерітіндіге аз мөлшерде (шпательдің ұшында) құрғақ ксиленолды қызғылт-сары индикаторын салыңыз, ерітіндіні индикатор толық еріп кеткенге дейін жақсылап араластырыңыз;

- Ерітіндіні ЭДТА-мен оның түсі қызыл-күлгіннен тұрақты жасыл түске ауысқанға дейін титрлеңіз. Титрлеу соңында титрантты ерітіндіге баяу, тамшылатылып, әрбір тамшыдан соң жақсылап араластыра отырып қосыңыз;

- Титрант көлемін өлшеп, оны 0,01 мл-ге дейінгі дәлдікпен жазып алыңыз (V^1 , мл);

- Титрлеуді кемінде 3 рет, бір-бірінен кем дегенде 0,1 мл ғана өзгешелігі бар нәтиже алғанға дейін жүргізіңіз.

2-титрлеу:

- Анализденетін ерітіндінің аликвотты бөлігін пипеткамен конусты колбаға енгізіңіз, оған бір мезгілде ~15-20 мл дистилденген су, ~мл ацетатты буфер ерітіндісін (рН 5-6) және ~3 мл 10% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісі қосыңыз, жақсылап араластырыңыз;

- Ерітіндіге аз мөлшерде (шпательдің ұшында) құрғақ ксиленолды қызғылт-сары индикаторын қосыңыз. Ерітіндіні индикатор толық еріп кеткенге дейін жақсылап араластырыңыз;

- Оны ЭДТА ерітіндісімен түсі қызылдан лимонды-сары түске ауысқанға дейін титрлеңіз.

- Титрант көлемін өлшеп, оны 0,01 мл-ге дейінгі дәлдікпен жазып алыңыз (V^{II} , мл);

- Титрлеуді кемінде 3 рет, бір-бірінен кем дегенде 0,1 мл ғана өзгешелігі бар нәтиже алғанға дейін жүргізіңіз.

Титрлеу нәтижелері: $C(Na_2H_2Y) =$ _____,

Есептің аликвотының көлемі, мл: _____; Өлшеуіш колбаның көлемі, мл: _____;

I. Титрлеу

Na_2H_2Y ерітіндісінің көлемі (мл) :

$$V_1^I = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_2^I = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_3^I = \underline{\hspace{2cm}}$$

Орташа $V^I =$ _____

II. Титрлеу

Na_2H_2Y ерітіндісінің көлемі (мл) :

$$V_1^{II} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_2^{II} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_3^{II} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Орташа $V^{II} =$ _____

1. Екі титрлеу (1 және 2) барысында жүретін барлық химиялық реакциялар теңдеулерін (молекулалық, иондық, электрондық) жазыңыз (индикатор – H_3Ind^{3-} ; титрант – Na_2H_2Y). Берілген титрлеуде натрий тиосульфаты қандай роль атқарады? Титрлеу барысында $Na_2S_2O_3$ қатысатын сәйкес химиялық реакциялардың теңдеулерін жазыңыз.

4 балл

2. Жүргізілген титрлеу нәтижелері бойынша алғашқы есептегі мыс пен мырыштың массаларын есептеңіз. Нәтижелерді 4 мәнді санға дейінгі келтіріңіз.

Есептеу:

$$\frac{m(Cu^{2+})}{m(Zn^{2+})} = \frac{\hspace{2cm}}{\hspace{2cm}}$$

20 балл.

3. ЭДТА-ның графикалық формуласын келтіріңіз. Оның құрамындағы қандай топтар ЭДТА-ның қышқылдық және комплекстүзу қабілеттіліктерін анықтайды? ЭДТА-ның металдармен түзетін комплекстерінің жоғары тұрақтылығын түсіндіріңіз.

3 балл

4. Металл катионының заряды комплексонның тұрақтылығын қалай әсер етеді? Комплексонометрлік титрлеу процесінде буфер ерітіндіс қандай роль атқарады?

1 балл

5. Металл комплексонатының тұрақтылығын сипаттайтын (а) және ЭДТА-мен титрлеудің эквивалентті нүктесіндегі металл иондарының тең теңдік концентрациясын ($[Cu^{2+}]$ не $[Zn^{2+}]$) (б) есептеуге қажет теңдеулер келтіріңіз.

2 балл

11 СЫНЫП

Ерітіндіде бірлесе жүрген Fe^{3+} және $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ мөлшерін
иодометрлік титрлеу әдісімен анықтау.

(Жұмысты орындауға 3.5 сағат уақыт беріледі) 30 балл

Жұмыстың әдістемесі:

I. Fe^{3+} және $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ мөлшерінің қосындысын анықтау

- Бюретканы стандартты $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісімен толтырыңыз;
- Сиямдылығы 100,0 мл өлшеуіш колбадағы анализденетін ерітіндіні (есеп) колба белгісіне дейін дистилденген сумен сұйытылып, жақсылап араластырыңыз;

- Көлемі 200 - 250 мл конустық колбаға енгізіңіз;

- пипеткамен анализденетін ерітіндінің аликвотты бөлігін;

- 5 мл 2 М HCl ерітіндісін;

- 5 мл 10%-ды KI ерітіндісін;

- қоспаны араластырыңыз, колбаны жылдам сағаттық шынымен жабыңыз және колбаны 3-5 минут қараңғы жерге қойып қойыңыз;

- Шыныны дистилденген сумен колбаға шайыңыз;

- Бюреткадағы $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісімен басында жылдам, одан кейін тамшылатып баяу ерітіндінің түсі ашық – сары түске өзгергенге дейін титрленіз;

- 1-2 мл крахмал ерітіндісін қосыңыз және ерітіндінің көк түсі толық түссізденгенге дейін тамшылатып титрлеуді жалғастырыңыз;

- 0,01 мл (V^1 , мл) дейінгі дәлдікпен титранттың көлемін өлшеп жауап парағына жазыңыз.

- Титрлеуді кемінде 3 рет жүргізіңіз.

II. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ анықтау

- Көлемі 200 - 250 мл конустық колбаға енгізіңіз;

- пипеткамен анализденетін ерітіндінің аликвотты бөлігін;

- 10 мл $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ерітіндісін;

- 5 мл 2 М HCl ерітіндісін;

- 5 мл 10%-ды KI ерітіндісін;

- қоспаны араластырыңыз, колбаны жылдам сағаттық шынымен жабыңыз және колбаны 3-5 минут қараңғы жерге қойып қойыңыз;

- Шыныны дистилденген сумен колбаға шайыңыз;

- Бюреткадағы $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісімен басында жылдам, одан кейін тамшылатып баяу ерітіндінің түсі ашық – сары түске өзгергенге дейін титрленіз;

- 1-2 мл крахмал ерітіндісін қосыңыз және ерітіндінің көк түсі толық түссізденгенге дейін тамшылатып титрлеуді жалғастырыңыз;

- 0,01 мл (V^1 , мл) дейінгі дәлдікпен титранттың көлемін өлшеп жауап парағына жазыңыз.

- Титрлеуді кемінде 3 рет жүргізіңіз.

Титрлеу нәтижелері: $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \underline{\hspace{2cm}}$,

Есептің аликвотының көлемі, мл: $\underline{\hspace{1cm}}$; Өлшеуіш колбаның көлемі,

мл: $\underline{\hspace{1cm}}$;

I. Fe^{3+} және $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ қосындысын титрлеу:

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісінің (мл):

$V_1^1 = \underline{\hspace{2cm}}$

$V_2^1 = \underline{\hspace{2cm}}$

$V_3^1 = \underline{\hspace{2cm}}$

Орташа $V^1 =$

II. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$: титрлеу:

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ерітіндісінің (мл):

$V_1^{\text{II}} = \underline{\hspace{2cm}}$

$V_2^{\text{II}} = \underline{\hspace{2cm}}$

$V_3^{\text{II}} = \underline{\hspace{2cm}}$

Орташа $V^{\text{II}} =$

6. Есептің ерітіндісін титрлеу барысында жүрген барлық химиялық реакциялардың теңдеулерін жазыңыз және олардың стехиометриялық коэффициенттерін ионды-электронды әдіспен іріктеңіз (а); бұл реакциялардағы тотықтырғыштар мен тотықсыздандырғыштардың эквиваленттік факторларын ($f_{\text{экв}}$) (б) және эквивалентінің молярлық массаларын көрсетіңіз (в). Осы есепті орындауда натрий пирофосфаты қандай роль атқаратынын түсіндіріңіз (г).

а)

б)

в)

г)

4 балл

2. Титрлеу нәтижелері бойынша есептің бастапқы ерітіндісіндегі Fe^{3+} және Cr^{3+} иондарының массасын (граммен) есептеңіз.

Есептеу:

$$\frac{m(\text{Fe}^{3+})}{m(\text{Cr}^{3+})} = \frac{\quad}{\quad}$$

20 балл.

3. Иодометрлік титрлеуді жүргізу кезінде қандай шарттарды сақтау керек (температура, қышқылдылық және т.б.)?

2 балл

4. Егер крахмалды титрлеудің алдында қосатын болса, титрлеу нәтижесі қандай болады (көтерілген немесе азайған)?

1 балл

5. 1) Ерітіндінің құрамын есепке ала отырып төмендегі реакциялар үшін тепе-теңдік константасының мәнін есептеңіз (K_1): а) $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ қалысында және қатысынсыз темір (III) мен калий иодиді арасындағы; б) окхромат-ион мен калий иодиді арасындағы; Реакциялардың бағытын көрсетіңіз.

$E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,77 \text{ В}$; $E^0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+}) = +1,33 \text{ В}$; $E^0(\text{I}_2/2\text{I}^-) = +0,55 \text{ В}$; для $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7)_2]^-$: $\beta_{1,2} = 1 \cdot 10^{12}$.

2) Егер $E^0(\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = +0,09 \text{ В}$ болғанда, титрлеудің эквиваленттік нүктесіндегі ерітінді потенциалының мәнін есептеңіз.

3 балл

ЗАДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТУРА

9 КЛАСС

(Время для выполнения работы – 3 часа) 30 баллов

В восьми пронумерованных пробирках находятся неорганические вещества – соли, основания, кислоты. Используя данные растворы, определите, что находится в каждой из пробирок. Установите формулы соединений, предложенных вам для анализа, если в качестве катионов могут быть ионы водорода, аммония, натрия, кальция, магния, бария, свинца, цинка, марганца, железа (II), железа (III) и алюминия, а анионов – сульфат, хлорид, бромид, иодид, карбонат, гидроксид, нитрат. Результаты анализа занесите в практическую матрицу, используя следующие обозначения: образование осадка ↓_{цвет}, растворение осадка и образование водорастворимых комплексов ↓_р, выделение газов ↑. На основании наблюдений в нижнюю строку матрицы внесите формулы предложенных вам растворов соединений для анализа. Напишите уравнения химических реакций (в молекулярном и ионном виде), с помощью которых вы определили каждое вещество.

Комплексонометрическое определение ионов меди (II) и цинка (II) в растворе при совместном присутствии

(Время для выполнения работы 3,5 часа). 30 баллов

Методика определения.

Бюретку заполнить стандартным раствором ЭДТА ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$).

Анализируемый раствор (задача) в мерной колбе вместимостью 100,0 мл разбавить до метки дистиллированной водой и тщательно перемешать.

1 - титрование:

В коническую колбу для титрования внести пипеткой аликвотную часть анализируемого раствора, добавить ~15-20 мл дистиллированной воды, ~5 мл ацетатного буферного раствора (pH 5-6), одновременно перемешивая раствор.

Добавить небольшое количество (на кончике шпателя) сухого индикатора ксиленового оранжевого. Раствор тщательно перемешать до полного растворения индикатора.

Оттитровать раствором ЭДТА до изменения окраски из красно-лиловой в устойчивую зеленую. В конце титрования титрант добавлять медленно по каплям, после каждой капли тщательно перемешивая раствор.

Измерить и записать значение объема титранта с точностью до 0,01 мл (V^I , мл).

Выполнить титрование не менее 3 раз до получения результатов, отличающихся не более чем на 0,1 мл.

2 - титрование:

Аликвотную часть анализируемого раствора внести пипеткой в коническую колбу для титрования, добавить ~15-20 мл дистиллированной воды, ~5 мл ацетатного буферного раствора (pH 5-6) и ~3 мл 10% раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, одновременно перемешивая раствор.

В раствор добавить небольшое количество (на кончике шпателя) сухого индикатора ксиленового оранжевого. Раствор тщательно перемешать до полного растворения индикатора.

Оттитровать раствором ЭДТА до изменения окраски из красной в лимонно-желтую.

Измерить и записать значение объема титранта с точностью до 0,01 мл (V_1^{II} мл);

Выполнить титрование не менее 3 раз до получения результатов, отличающихся не более чем на 0,1 мл.

Результаты титрования: $C(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}) =$ _____ ,

Объем аликвота задачи, мл _____ Объем мерной колбы, мл _____

I. Титрование

Объем раствора $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ (мл) :

$V_1^I =$ _____

$V_2^I =$ _____

$V_3^I =$ _____

Среднее V^I

II. Титрование

Объем раствора $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ (мл) :

$V_1^{II} =$ _____

$V_2^{II} =$ _____

$V_3^{II} =$ _____

Среднее V^{II}

1. Напишите уравнения всех химических реакций, протекающих в ходе двух титрований (1 и 2), (индикатор - H_3Ind^3 ; титрант - $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$). Какую роль играет тиосульфат натрия в данном титровании? Напишите соответствующие уравнения химических реакций, протекающих в ходе титрования с участием $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

4 ба

2. По результатам титрований рассчитайте массу меди и цинка (в граммах) в исходном растворе задачи. Результат представьте с 4 значащими цифрами.

Расчет:
 $m(\text{Cu}^{2+}) =$ _____
 $m(\text{Zn}^{2+}) =$ _____

20

3. Напишите графическую формулу ЭДТА. Какие группы в составе ЭДТА определяют ее кислотную и комплексообразующую способность? Объясните устойчивость комплексов ЭДТА с металлами.

3 балла

4. Как влияет заряд катиона металла на прочность комплексонов? Какую роль играет буферный раствор в процессе комплексонометрического титрования?

1 балл

5. Напишите соответствующие уравнения, описывающие устойчивость комплексонов металлов (а) и уравнение для расчета константы равновесия ионов металлов ($[Cu^{2+}]$ или $[Zn^{2+}]$) в точке эквивалентности при титровании ЭДТА (б).

2 балла

11 КЛАСС

Иодометрическое определение содержания Fe^{3+} и $Cr_2O_7^{2-}$ при совместном присутствии

(Время для выполнения работы 3.5 часа) 30 баллов

Методика.

I. Определение суммы Fe^{3+} и $Cr_2O_7^{2-}$

- Бюретку заполнить стандартным раствором $Na_2S_2O_3$;
- Анализируемый раствор (задача) в мерной колбе вместимостью 100,0 мл разбавить до метки дистиллированной водой и тщательно перемешать;
- В коническую колбу объемом 200-250 мл внести :
- пипеткой аликвотную часть анализируемого раствора;

- 5 мл 2 М раствора HCl ;
- 5 мл 10%-ного раствора KI ;
- перемешать смесь, колбу быстро закрыть часовым стеклом и дать колбе постоять 3-5 минут в темном месте;
- Обмыть стекло дистиллированной водой в колбу;
- Оттитровать раствором $Na_2S_2O_3$ из бюретки, прибавляя его вначале быстро, затем медленно по каплям, до светло-желтой окраски;
- Прибавить 1-2 мл раствора крахмала и продолжить титрование раствора по каплям до полного обесцвечивания синей окраски;
- Измерить и записать значение объема титранта с точностью до 0,01 мл (V^I , мл);
- Выполнить титрование не менее 3 раз.

II. Определение $Cr_2O_7^{2-}$

- В коническую колбу объемом 200-250 мл внести :
- пипеткой аликвотную часть анализируемого раствора;
- 10 мл раствора $Na_4P_2O_7$;
- 5 мл 2 М раствора HCl ;
- 5 мл 10%-ного раствора KI ;
- перемешать смесь, колбу быстро закрыть часовым стеклом и дать колбе постоять 3-5 минут в темном месте;
- Обмыть стекло дистиллированной водой в колбу;
- Оттитровать раствором $Na_2S_2O_3$ из бюретки, прибавляя его вначале быстро, затем медленно по каплям, до светло-желтой окраски;
- Прибавить 1-2 мл раствора крахмала и продолжить титрование раствора по каплям до полного обесцвечивания синей окраски;
- Измерить и записать значение объема титранта с точностью до 0,01 мл (V^{II} , мл);
- Выполнить титрование не менее 3 раз.

Результаты титрования: $C(Na_2S_2O_3) =$ _____ ,

Объем аликвота задачи, мл: _____ Объем мерной колбы, мл _____ ;

I. Титрование суммы Fe^{3+} и $Cr_2O_7^{2-}$:

Объем раствора $Na_2S_2O_3$ (мл) :

$V_1^I =$ _____

$V_2^I =$ _____

$V_3^I =$ _____

Среднее V^I

II. Титрование $Cr_2O_7^{2-}$:

Объем раствора $Na_2S_2O_3$ (мл) :

$$V_1^{II} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_2^{II} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\text{Среднее } V^{I} =$$

$$V_3^{II} = \underline{\hspace{2cm}}$$

1. Напишите уравнения всех химических реакций, протекающих в ходе титрования раствора задачи и подберите их стехиометрические коэффициенты ионно-электронным методом (а); укажите факторы эквивалентности ($f_{\text{экв}}$) (б) и молярные массы эквивалентов окислителей и восстановителей в этих реакциях (в). Объясните, какую роль играет пирофосфат натрия в выполнении данной задачи (г).

а)

б)

в)

г)

4 балла

2. По результатам титрований рассчитайте массу Fe^{3+} и Cr^{3+} (в граммах) в исходном растворе задачи. Результат представьте с 4 значащими цифрами.

Расчет:

$$\frac{m(\text{Fe}^{3+})}{m(\text{Cr}^{3+})} = \underline{\hspace{2cm}}$$

20 бал

3. Какие условия необходимо соблюдать при проведении иодометрического титрования (температура, кислотность и др.)?

2 бал

4. Каким будет результат титрования (завышен или занижен), если крахмал добавить перед титрованием? Почему? К какому типу индикаторов относится крахмал?

1 ба

5. 1) С учетом состава раствора рассчитайте значения констант равновесий (K_p) для реакций: а) между железом (III) и иодидом калия в отсутствие и присутствии $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$; б) между бихромат-ионами и иодидом калия. Укажите направление реакции.

$E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,77 \text{ В}$; $E^0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+}) = +1,33 \text{ В}$; $E^0(\text{I}_2/2\text{I}^-) = +0,54 \text{ В}$; для $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7)_2]^-$: $\beta_{1,2} = 1 \cdot 10^{12}$.

2) Рассчитайте значение потенциала раствора в эквивалентной точке титрования, если $E^0(\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = +0,09 \text{ В}$.

3 ба

ЖАЗБАША ТУР ТАПСЫРМАЛАРЫ

9 - СЫНЫП

ТАПСЫРМА 1. Есепті шешіңіз.

Есеп 1. Квадрат пішіндес бақтың пландағы ауданы 16 см², жергілікті жерде бұл бақтың ауданы 6400 м². Берілген планның масштабын анықтаңыз.

Есеп 2. Егер салыстырмалы ылғалдылық 55%-ке тең, ал қанықтылық ылғалдылығы + 15 ° С температурада 12,8 г/м³ тең болса, ауаның абсолютті ылғалдылығы қанша болады.

Есеп 3. Егер 180° меридианда жергілікті уақыт 24 сағат болса, нөлдік меридианда дәл уақыт қанша болады?

Есеп 4. 25 миллион халқы бар А елінде бір жыл ішінде 880 мың адам туылып, 640 мың адам қаза тапты. Елден 40 мың адам кетіп, 25 мың адам келді. Осы ел үшін негізгі демографиялық көрсеткіштерді (өлім-жітім коэффициенті) есептеңіз?

Бағалау өлшемдері: Әрбір дұрыс шешілген есепке – 2 ұпайдан.
Барлығы – 8 ұпай.

ТАПСЫРМА 2.

Берілген сипаттама бойынша Қазақстан көлдерінің атауларын анықтаңыз және олар Қазақстанның қандай су - шаруашылық алабына жататындығын көрсетіңіз.

№ п/п	Сипаттау	Көлдің атауы	Су - шаруашылық алабы
1	Қазақ ұсақ шоқысының солтүстік бөлігіндегі Теңіз-Қорғалжын ойпатының батысындағы көл		
2	Шығыс Қазақстандағы көл. Шұңқыр Күршім және Азутау таулы жоталарымен көмкерілген. Солтүстік шығысында ол Бурабай ойпатымен буындасады.		
3	Қостанай облысының солтүстік-шығысындағы көл. Көл Торғай алабының орталық		

	бөлігінде орналасқан.		
4	Қазақстанның Атырау облысының солтүстік бөлігіндегі көл. Каспий маңы ойпатының солтүстік бөлігінде Батыс Қазақстан облысының оңтүстік шекарасынан 5 км, Жайық өзенінің шығысына қарай 10 км қашықтықта орналасқан.		
5	Іле Алатауы шатқалындағы көл. Геологтардың айтуы бойынша ол шамамен 8-10 млн жыл бұрын, орасан зор тау көшкіні нәтижесінде пайда болған, нәтижесінде биіктігі 300 метрге жуық табиғи бөгет қалыптасқан.		

Бағалау өлшемдері:

Көлдер мен соған сәйкес су-шаруашылық объектілерін дұп анықтағаны үшін- 1 ұпайдан. **Барлығы: 10 ұпай.**

ТАПСЫРМА 3.

Сәйкестікті анықтаңыз

пайдалы қазбалар – кен орны – орналасқан мемлекет

Пайдалы қазбалар	Кен орны	Мемлекет
А) алмаз	1) Шанси	I) Қазақстан
Б) табиғи газ	2) Газли	II) ОАР
В) боксит	3) Теңіз	III) Өзбекстан
Г) көмір	4) Уэйпа	IV) КХР
Д) мұнай	5) Кимберли	V) Австралия

Бағалау өлшемдері: пайдалы қазбалардың кен орны мен орнала мемлекетін дұрыс анықтағаны үшін - 0,5 ұпайдан. **Барлығы: 5 ұпай**




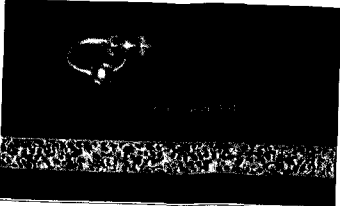

ТАПСЫРМА 4.




Берілген сипаттама бойынша Қазақстан Республикасы аумағында жұмыс істеп жатқан компанияларды анықт Компаниялардың атауын анықтап, оларды 2-кестеде көрсет компаниялар логотиптерімен сәйкестендіріңіз.

№	Сипаттама	Логотиптің әріп белгісі
1	Қазақстандағы көптеген кәсіпорындар	

	сияқты бұл фабрика Екінші дүниежүзілік соғыс кезіндегі эвакуацияланудан кейін екінші үйін тапты. Бұл фабриканың бастапқы кезеңі Астраханнан жабдықтармен бірге бірінші эшелонның келуінен басталды. Жарты ғасырлық тарихында бұл компанияның жалпы өндірістік қуаты 1 млн. тоннадан астам болды.	
2	Бүгінгі бұл компанияның негізі ... 1941 жылдың тамызында Жалпыодақтық «Ювелирторг» кеңсесінің тәуелсіз Қазақ бөлімі ретінде қаланды. Ол қазіргі таңда 20-дан астам зергерлік дүкендерімен өз ұстанымдарын нығайтып қана қоймай, сонымен қатар құндылықтар мен дәстүрлерді сақтап және көбейтіп отырған кеңестік заманнан бергі жалғыз сауда ұйымы болып табылады.	
3	Бүгінгі таңда бұл компания ет, шұжық және консервіленген өнімдер шығаруға маманданған кәсіпорын болып табылады. Комбинаттың ет-консерві өнімдерін өндірудегі өндірістік қуаты - бір ауысымда 35 мың қалбыр; шұжық, тартылған ет және тұшпара өндіру бойынша - бір ауысымда 10 тонна. Зауыт 1931 жылы құрылды.	
4	Макарон- ұн тарту өнеркәсібіндегі жетекші кәсіпорын. Ол макарон, ұн және оған жататын өнімдердің 38 түрін шығарады. Компания 1996 жылы құрылды. Ол Қазақстанның 11 өңірінде және 7 шет мемлекеттерде өз қызметін атқарады. Кәсіпорынның штатында 200-ден астам қызметкер жұмыс істейді. Өз өнімдерін Ресей, Украина, Қырғызстан, Тәжікстан, Өзбекстан, Ауғанстан, Моңғолия, Түркіменстан, Литва, Беларусь, Германия және Қытайға экспорттайды.	
5	Бұл компания - әлемдік атом өнеркәсібінің көшбасшысы және әлемдегі жетекші уран өндіруші. Компания 1997 жылы құрылды. Штаб-пәтері Астана қаласында орналасқан, қызметкерлер саны - 27 752 адам. Жалпы	

	айналымы 39,7 млрд тенгені құрайды (2015 ж.).	
6	Қазақстандағы азық-түлік және сусын саласындағы жетекші компания. Негізі 1994 жылы қаланған бұл компания қазіргі таңда жалпы қуаты жылына 750 млн литрді құрайтын Қазақстанның солтүстігі мен оңтүстігінде 4 өндірістік объектілерді біріктіреді. Компанияның мақтанышы - «Аксенгір» өндірістік-логистикалық орталығы болып табылады. Ол Орталық Азиядағы ең озық зауыттардың бірі. Зауыт аумағының ауданы - 21 га. Бұл компания шамамен 2 мың. адамды жұмыспен қамтамасыз етіп отыр.	
7	Осы компанияның негізін қалаушы Вальдемар Айфельд Қазақстанда сыйлықақылы (премиальные) сувенирлер нарығында монополистке айналды. Оның жылдық айналымы ондаған миллион доллар. Компания 2006 жылы құрылған және бүгінгі таңда ол еліміздің ірі қалаларында кең аймақтық желілерін (шамамен 30 бутиктер) қалыптастырды. Барлық өнімдері топтамаға жинақталады, мысалы: «Silk Way», «Тәуелсіздікке 20 жыл», «Түркістан реликвиясы», «Астана», «Ислам», «Мирас» және т.б.	
8	Осы ұйымның бас компаниясы - Surgut Holding Limited. Компанияның тарихы 1913 жылдан, Жезқазған мыс кен орнында алғашқы ауқымды тау-кен және мыс рудасын дайын өнім алу үшін өңдеу жұмыстары басталған уақыттан бастау алады. 2013 жылы бұл компанияның қызметкерлер саны 57 мың адамды құрады. 2013 жылы компанияның айналымы 3099 млрд. долларды құрады.	

	A
 НА ВСЮ ЖИЗНЬ	B
	C
	D
	E

	F
 Восток - дело прекрасное!	G
	H

Бағалау өлшемдері: Компанияның атауын дұрыс көрсеткені үшін – 0,5 ұпайдан, логотип атын дұрыс тапқаны үшін – 0,5 ұпайдан. **Барлығы – 1 ұпай.**

ТАПСЫРМА 5.

Төмендегі сипаттама бойынша мемлекеттің атауы мен оның астанасын анықтаңыз.

1. Ол бүкіл аумағы теңіз деңгейінен 1400 метр биіктікте орналасқа әлемдегі жалғыз ел болып табылады. Елдің жоғары биіктікте орналасуын байланысты бұл елді «Аспан асты патшалығы» деп жиі атайды. Ертеде осы елдің халқы койсан тілінде сөйлейтін жарна жинаушылар мен аңшылардан тұрды. Әкімшілік бөлінуі бойынша 10 округтен тұрады олардың әрқайсысының өз астанасы немесе кәмптауны бар.

2. Мемлекеттің өзін-өзі атауы - «Айдаһар елі». Елдің аумағы әлемнің жүріп өту ең қиын таулы жерлерінің бірі, оның биіктігі тең деңгейінен 160-тан 7000 м-ге дейін өзгереді. Жерінің 50% -дан астам 3000 м биіктікте орналасқан, 20% - мұздықтар мен мәңгі қарм қапталған. Бұл Бақыт министрлігі бар әлемдегі жалғыз мемлекет болып табылады.

3. Бұл ел ұлттық парктердің ең дамыған жүйелерінің біріне ие. Т ұлттық паркі Дүниежүзілік мұра тізіміне енген. Ауыл шаруашылығы жақсы дамыған. Бұл ел какао (әлемде бірінше орын) және кофе (әлемде үшінші орын) маңызды өндірушісі болып табылады.

4. Елдің басым бөлігі (шамамен 75%) Тонселап көлі алабы мен Меконг өзені ойпатында орналасқан. Халықтың шамамен 96 % кхмер тілінде сөйлейді, екінші тіл ретінде отарлықтан мұра ретінде қалған француз тілі тараған. Мұнда Вишну құдайына арналған Ангкор-Ват алып ғибадатхана кешені орналасқан.

5. Бұл мемлекет соңғы бірнеше жыл бойы Халықаралық валюта қорының мәліметтері бойынша жан басына шаққандағы ЖІӨ көрсеткіші бойынша әлемдегі ең бай елдердің бірі. Әлемде табиғи газ қоры бойынша 3-ші, табиғи газды экспорттаудан 6-шы орында және мұнай мен мұнай өнімдерін ірі экспорттаушы (әлемде 21-орын). Мұнай экспорттаушы елдер ұйымына (ОПЭК) кіреді

6. Дамыған қаржылық қызмет секторымен және жоғары өмір сүру деңгейімен жанданған индустриалдық ел. Бұл ел Альпі сілемдерінде орналасқан, ең биік нүктесі - Граушниц тауы. Батыс бөлігінен Батыс Еуропаның ірі өзендерінің бірі Рейн өзені ағып өтеді. Халықтың және мемлекет қазынасының негізгі кіріс көзі- шетелдік туризм, сонымен бірге почта маркаларын шығару болып табылады.

Бағалау өлшемдері: мемлекетті дұрыс анықтағаны үшін - 1 ұпайдан, астанасын дұрыс анықтағаны үшін - 0,5 ұпайдан. **Барлығы: 9 ұпай**

ЖАЛПЫ: 40 ҰПАЙ

10-СЫНЫП

ТАПСЫРМА 1. Есепті шешіңіз.

Есеп 1. А тауының шыңында атмосфералық қысым 360 мм сынап бағанасына тең, С тауының шыңында сынап бағынасы – 180 мм. Егер олардың етегінде атмосфералық қысым қалыпты жағдайда болса, С тауы А тауынан қанша шақырымға биік орналасқан?

Есеп 2. Масштабы 1: 600 000 картада А және В станциялары арасындағы қашықтық 52 см-ге тең, масштабы 1: 500 000 картадағы А және С станциялары арасындағы қашықтық - 52 см. А және В станциялары арасындағы арақашықтық А және С станциялары арасындағы арақашықтықтан қаншаға кем?

Есеп 3. Токио мен Пекиннің ара қашықтығы тура 30 см-ге тең, шыңдығында ол - 1500 шақырым. Қартаның масштабын анықтаңыз.

Есеп 4. Теңіз деңгейінен 2205 метр биіктікте атмосфералық қысым 550 мм сынап бағанасына тең екендігі белгілі. Төмендегі биіктіктердегі атмосфералық қысымды анықтаңыз:

- теңіз деңгейінен 3255 м биіктікте
- теңіз деңгейінен 0 метр биіктікте

Бағалау өлшемдері: Әрбір дұрыс шешілген 1,2,3 есептерге 2 ұпайдан. 4- есепке – 4 ұпай (есептің әрбір дұрыс шешілген бөлігін 2 ұпайдан). **Барлығы – 10 ұпай.**

ТАПСЫРМА 2.

Желдің таралуы жергілікті жердегі атмосфералық қысым мен жс бедеріне байланысты. Қазақстан орналасқан ендіктерде тұрақты батыс желдері басым екені белгілі. Алайда, біздің республикамыздың аумағын «жергілікті» желдер де соғады. 1-кестедегі сипаттамалар бойынша осы жел түрлерін анықтаңыз.

Кесте 1

Атауы	Сипаты	Жылдамдығы	Басымдыққа и аумағы
1	Алғаш рет бұл желді Ш.Уәлиханов сипаттаған. Жылы жел жылына орта есеппен 70-100 күн соғады.	60-80 м/с	Жетісу Алатауының оңтүстік-шығысында Қытай аумағында орналасқан кө шұңқырының үстінен соғады
2	Бұл желдің ұзақтығы 2-3 күн, ол қатты қарлы боранмен және бұрқасынмен қатар жүріп, мал шаруашылығы мен балық аулауға зиянын келтіріп, көлік жұмысын қиындатады.	50-60 м/с	Жетісу қақпас арқылы атау бір жотада Орталық Азияға қарай және керісінше соғатын жел
3	Іле аңғарында Шелек өзенінің бастауындағы мұздықтар аймағынан суық ауаның қозғалысы нәтижесінде пайда болған таулы-аңғарлы жел. Бұл жел күндіз солтүстік-батыстан оңтүстік-шығысқа қарай өзені аңғарын бойлай, ал түнде - қарама-қарсы	8-10 м/с	Іле аңғары

		бағытта соғады. Қыста бұл жел күшейе отырып, күрткі қар қалыптастырады және көлік қозғалысын қиындатады.		
4		Қаратау жотасының оңтүстік-батыс беткейінде орналасқан Арыстанды өзенінің бойымен үздіксіз соғатын таулы-аңғарлы жел. Мойынқұм шөлі арқылы өткенде құмды дауылға айналады.	35 м/с дейін	Қаратау жотасының оңтүстік-батыс беткейінде орналасқан өзен бойымен үздіксіз соғады
5		Атауы бір асу үстінен соғады. Жазда ең жоғарғы жылдамдығы 28 м/с, көктемде және күзде 34 м / с. Кейде желдің жылдамдығы 40 м/с (144 км/сағ) дейін жетеді. Осы жел күшін пайдаланатын жел электрлік құрылғылар жақын жатқан Мұзбелді елді мекенін электр энергиясымен қамтамасыз етеді.	40 м/с дейін Жазда ең жоғарғы жылдамдығы 28м/с, көктемде және күзде 34 м/с.	Кіндіктас тауы мен Жетіжол жотасы арасында соғады
6		Бұл желдің пайда болуы жер бедері және атмосфералық циркуляциямен байланысты. Бұл желдің жылдамдығы 50 м/секундке жеткенде, ол күшті дауылға айналады.	20-30 м/с	Ақтөбе, Атырау, Маңғыстау облыстарының аумағында байқалады

Бағалау өлшемдері: Әрбір дұрыс шешілген тапсырмаға - 1 ұпайдан.
Барлығы – 6 ұпай.

ТАПСЫРМА 3.


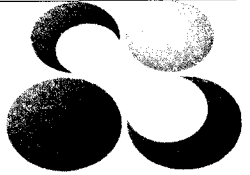

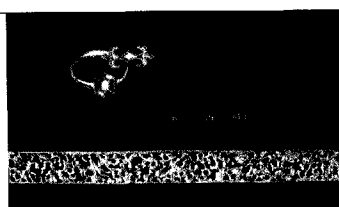

Берілген сипаттама бойынша Қазақстан Республикасының




аумағында жұмыс істеп жатқан компанияларды анықтап Компаниялардың атауын анықтап, оларды 2-кестеде көрсетілген компаниялар логотиптерімен сәйкестендіріңіз.

Кесте 2

№	Сипаттама	Логотиптің әріпті белгісі
1	Қазақстандағы көптеген кәсіпорындар сияқты бұл фабрика Екінші дүниежүзілік соғыс кезіндегі эвакуацияланудан кейін екінші үйін тапты. Бұл фабриканың бастапқы кезеңі Астраханнан жабдықтармен бірге бірінші эшелонның келуінен басталды. Жарты ғасырлық тарихында бұл компанияның жалпы өндірістік қуаты 1 млн. тоннадан астам болды.	
2	Бүгінгі бұл компанияның негізі ... 1941 жылдың тамызында Жалпыодақтық «Ювелирторг» кеңсесінің тәуелсіз Қазақ бөлімі ретінде қаланды. Ол қазіргі таңда 20-дан астам зергерлік дүкендерімен өз ұстанымдарын нығайтып қана қоймай, сонымен қатар құндылықтар мен дәстүрлерді сақтап және көбейтіп отырған кеңестік заманнан бергі жалғыз сауда ұйымы болып табылады.	
3	Бүгінгі таңда бұл компания ет, шұжық және консервіленген өнімдер шығаруға маманданған кәсіпорын болып табылады. Комбинаттың ет-консерві өнімдерін өндірудегі өндірістік қуаты - бір ауысымда 35 мың қалбыр; шұжық, тартылған ет және тұшпара өндіру бойынша - бір ауысымда 10 тонна. Зауыт 1931 жылы құрылды.	
4	Макарон- ұн тарту өнеркәсібіндегі жетекші кәсіпорын. Ол макарон, ұн және оған жататын өнімдердің 38 түрін шығарады. Компания 1996 жылы құрылды. Ол Қазақстанның 11 өңірінде және 7 шет мемлекеттерде өз қызметін атқарады. Кәсіпорынның штатында 200-ден астам қызметкер жұмыс істейді. Өз өнімдерін	

	Ресей, Украина, Қырғызстан, Тәжікстан, Өзбекстан, Ауғанстан, Моңғолия, Түркіменстан, Литва, Беларусь, Германия және Қытайға экспорттайды.	
5	Бұл компания - әлемдік атом өнеркәсібінің көшбасшысы және әлемдегі жетекші уран өндіруші. Компания 1997 жылы құрылды. Штаб-пәтері Астана қаласында орналасқан, қызметкерлер саны - 27 752 адам. Жалпы айналымы 39,7 млрд теңгені құрайды (2015 ж.).	
6	Қазақстандағы азық-түлік және сусын саласындағы жетекші компания. Негізі 1994 жылы қаланған бұл компания қазіргі таңда жалпы қуаты жылына 750 млн литрді құрайтын Қазақстанның солтүстігі мен оңтүстігінде 4 өндірістік объектілерді біріктіреді. Компанияның мақтаншы - «Ақсеңгір» өндірістік-логистикалық орталығы болып табылады. Ол Орталық Азиядағы ең озық зауыттардың бірі. Зауыт аумағының ауданы - 21 га. Бұл компания шамамен 2 мың адамды жұмыспен қамтамасыз етіп отыр.	
7	Осы компанияның негізін қалаушы Вальдемар Айфельд Қазақстанда сыйлықақылы (премиальные) сувенирлер нарығында монополистке айналды. Оның жылдық айналымы ондаған миллион доллар. Компания 2006 жылы құрылған және бүгінгі таңда ол еліміздің ірі қалаларында кең аймақтық желілерін (шамамен 30 бутиктер) қалыптастырды. Барлық өнімдері топтамаға жинақталады, мысалы: «Silk Way», «Тәуелсіздікке 20 жыл», «Түркістан реликвиясы», «Астана», «Ислам», «Мирас» және т.б.	
д	Осы ұйымның бас компаниясы - Ciproim Holding Limited. Компанияның тарихы 1913 жылдан, Жезқазған мыс кен орнында алғашқы ауқымды тау-кен және мыс рудасын дайын өнім алу үшін өңдеу жұмыстары басталған уақыттан бастау алады. 2013 жылы бұл компанияның	

қызметкерлер саны 57 мың адамды құрады. 2013 жылы компанияның айналымы 3099 млрд. долларды құрады.	
	A
 НА ВСЮ ЖИЗНЬ	B
	C
	D
	E



	F
 Восток - дело вкуса!	G
	H



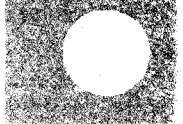
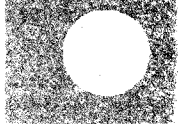
Бағалау өлшемдері: Компанияның атауын дұрыс көрсеткені үшін – 0,5 ұпайдан, логотип атын дұрыс тапқаны үшін – 0,5 ұпайдан. **Барлығы – 8 ұпай.**

ТАПСЫРМА 4.

3-кестеде алты аралдық мемлекеттің атауы мен географиялық координаттары (әкімшілік орталықтың) берілген. Осы мемлекеттерде анықтаңыздар.

Кесте 3

	Мемлекет немесе аумақ	Астанасы немесе әкімшілік орталығы		Жалауы
		Атауы	Географиялық координаттары	
1	A	Хониара	9° 28' о.е. 159° 49' ш.б.	
2	B	Морони	11° 42' о.е. 43° 15' ш.б.	

3	C	Розо	15° 18' с.е. 61° 23' б.б.	
4	D	Порт-Луи	20° 10' о.е. 57° 30' ш.б.	
5	E	Сент-Джорджес	12° 02' с.е. 61° 44' б.б.	
6	F	Нгерулму д	7° 30' с.е. 134° 37' ш.б.	

Бағалау өлшемдері: Әрбір дұрыс жауапқа 1 ұпайдан. **Барлығы – 6 ұпай.**

ТАПСЫРМА 5.

1. Жер шарында ауданы 50 мың шаршы шақырымнан асатын, яғни үлкен емес еуропалық мемлекеттің аумағындай 27 аралдар бар. Әрбі үлкен арал - бұл өзінің ерекше табиғаты, халықтың қоныстануы мен игерілуі тарихы, халықтың этникалық құрамы, әсіресе шаруашылығының даму ерекшелігі бар жеке бір әлем. Сонымен қатар, әрбір арал қандай да бір, кейде бірнеше табиғат зонасының бөлігі болып табылады. Келтірілген сипаттамға сәйкес 4-кестені толтырыңыз.

* «Аралдың ірі елді мекені» бағанында аралдық мемлекет астанасы басымдыққа ие болып табылады. Яғни, егер аралда елдің астанасы жә ірі қала орналасқан болса, кестеде сіз астанасын көрсетуіңіз керек.

2. Аумағының көлемі бойынша әлемнің бұл төртінші аралы алты мыс және темірге бай. Аралдың жануарлар мен өсімдіктер әлемі бірегі болып келеді. Мұнда әлемдегі өсімдіктер мен жануарлар түрінің 5 шоғырлаған және олардың 80% тек осы аралды кездеседі.

3. Үш мемлекет арасында бөлінген жалғыз теңіздік арал. Арал 1521 жылы Магелланның экспедициясындағы теңіз жүзушілер ашты. Биік нүктесі – Кинабалу тауы. Биіктігі- 4095 метр.

4. Арал 1492 жылы ашылған және еуропалық елдердің бірі құрметіне аталған. Қазіргі заманғы атауы кейінірек пайда болды. Мұ батыстан шығысқа созылып жатқан төрт тау жоталары бар таулы бедері басым. Аралдың фаунасы сүтқоректілерге кедей болып табыла

мұнда жыртқыштар жоқ. Аралда жойқын жер сілкінісі жиі қайталанып тұрады, олардың бірі ХХІ ғасырда болды және жүз мыңдаған адамдардың өліміне әкеліп соқты.

5. Әлемде ауданының көлемі бойынша 17-ші орындағы арал. Жер бедері орта таулы, ең биік тауы- Пулог тауы (2934 м). Аралда сөнген (Араят) және сөнбеген (Майон және басқалар) жанартаулар бар. Аралдың ауданы 104 мың шаршы шақырымнан аз ғана артық, мұнда шамамен 40 миллион адам тұрады. Бұл аралда елдің ең ірі екі қаласы орналасқан. Олар-елдің астанасы мен Кесон-сити аралы қарайтын, халық ең көп қоныстанған қала.

6. Арал - толығымен аралдарда орналасқан, аумағының көлемі бойынша елде екінші орында тұр. Оның аумағы таулар мен жазықтықтар арасында тең бөлінеді. Жазда мұнда жиі жаңбыр жауады, ал қыста қар жатады; сондықтан өз елінде бұл аралдың климаты ең қатал болып саналады. Аралды титулды ұлттан басқа, шығу тегі әлі белгісіз байырғы тұрғылықты аз санды ұлт өкілдері де мекендейді.

Кесте 4

№	Аралдың атауы	Басым табиғи зона	Аралды иеленуші ел (елдер)	Аралдың ең ірі елді мекені
1				
2				
3				
4				
5				

Бағалау өлшемдері: Әрбір дұрыс аталған арал үшін – 0,5 ұпайдан, басымдыққа ие табиғи зонасын дұрыс атағаны үшін – 0,5 ұпайдан, аралға иелік ететін елді анықтағаны үшін – 0,5 ұпайдан, аралдың ең ірі елді мекенін дұрыс анықтағаны үшін – 0,5 ұпайдан. **Барлығы: 10 ұпай**

ЖАЛПЫ: 40 ұпай

11 - СЫНЫП

ТАПСЫРМА 1. Есепті шешіңіздер:

Есеп 1. 1:200 000 масштабтағы планда теміржол вокзалы мен карьер арасындағы қашықтық 5,6 см құрайды. Екінші планда бұл қашықтық 22,4 см құрайды. Екінші планның масштабы қандай?

Есеп 2. Егер меридианның 165 градусында жергілікті уақыт 18 сағат 30 минут болса, 75 меридиандағы дәл уақытты анықтаңыз.

Есеп 3. Қазіргі уақытта ол жерде түн ортасы және ол Лондоннан 120 градус шығысқа қарай орналасқан. Нүктенің нақты уақытын анықтаңыз.

Есеп 4. Күннің шығу уақытында өлшенген көлденең бұрыш бізге белгілі және ол 120 градусты құрайды. Күннің қай уақытта шыққанын және батқанын, сонымен бірге күннің ұзақтығын анықтаңыз.

Есеп 5. А тауының шыңында атмосфералық қысым 360 мм сынап бағанасына тең, С тауының шыңында сынап бағынасы – 180 мм. Егер олардың етегінде атмосфералық қысым қалыпты жағдайда болса, С тауы А тауынан қанша шақырымға биік орналасқан?

Есеп 6. Масштабы 1: 600 000 картада А және В станциялары арасындағы қашықтық 52 см-ге тең, масштабы 1: 500 000 картадағы А және С станциялары арасындағы қашықтық - 52 см. А және В станциялары арасындағы арақашықтық А және С станциялары арасындағы арақашықтықтан қаншаға кем?

Бағалау өлшемдері:

Әрбір дұрыс шешілген есеп үшін– 1 ұпайдан. **Барлығы – 6 ұпай.**

ТАПСЫРМА 2.

1 және 2 суреттерде Қазақстандағы 2 ірі көлдердің контуры көрсетілген. 1-суретте «1», «2» және «3»; 2-суретте «5», «7» және «9» сандарымен берілген көлдердегі географиялық объектілердің атауын анықтаңыз.



Сурет 1 (2010 жыл)



Сурет 2

Бағалау өлшемдері:

Сандар бойынша әрбір географиялық объектіні дұрыс анықтаға үшін–1 ұпайдан. **Барлығы: 6 ұпай.**

ТАПСЫРМА 3.

Желдің таралуы жергілікті жердегі атмосфералық қысым мен жер бедеріне байланысты. Қазақстан орналасқан ендіктерде тұрақты батыс желдері басым екені белгілі. Алайда, біздің республикамыздың аумағында «жергілікті» желдер де соғады. 1-кестедегі сипаттамалар бойынша осы жел түрлерін анықтаңыз.

Кесте 1

	Атауы	Сипаты	Жылдамдығы	Басымдыққа ие аумағы
1		Алғаш рет бұл желді Ш.Уәлиханов сипаттаған. Жылы жел жылына орта есеппен 70-100 күн соғады.	60-80 м/с	Жетісу Алатауының оңтүстік-шығысында Қытай аумағында орналасқан көл шұңқырының үстінен соғады
2		Бұл желдің ұзақтығы 2-3 күн, ол қатты қарлы боранмен және бұрқасынмен қатар жүріп, мал шаруашылығы мен балық аулауға зиянын келтіріп, көлік жұмысын қиындатады.	50-60 м/с	Жетісу қақпасы арқылы атауы бір жотадан Орталық Азияға қарай және керісінше соғатын жел
3		Іле аңғарында Шелек өзенінің бастауындағы мұздықтар аймағынан суық ауаның қозғалысы нәтижесінде пайда болған таулы-аңғарлы жел. Бұл жел күндіз солтүстік-батыстан оңтүстік-шығысқа қарай өзені аңғарын бойлай, ал түнде - қарама-қарсы бағытта соғады. Қыста бұл жел күшейе отырып, күрткі қар қалыптастырады және	8-10 м/с	Іле аңғары

		көлік қозғалысын қиындатады.		
4		Қаратау жотасының оңтүстік-батыс беткейінде орналасқан Арыстанды өзенінің бойымен үздіксіз соғатын таулы-аңғарлы жел. Мойынқұм шөлі арқылы өткенде құмды дауылға айналады.	35 м/с дейін	Қаратау жотасының оңтүстік-батыс беткейінде орналасқан өзеі бойымен үздіксіз соғады
5		Атауы бір асу үстінен соғады. Жазда ең жоғарғы жылдамдығы 28 м/с, көктемде және күзде 34 м / с. Кейде желдің жылдамдығы 40 м/с (144 км/сағ) дейін жетеді. Осы жел күшін пайдаланатын жел электрлік құрылғылар жақын жатқан Мұзбелді елді мекенін электр энергиясымен қамтамасыз етеді.	40 м/с дейін Жазда ең жоғарғы жылдамдығы 28м/с, көктемде және күзде 34 м/с.	Кіндіктас тауы мен Жетіжол жотасы арасында соғады
6		Бұл желдің пайда болуы жер бедері және атмосфералық циркуляциямен байланысты. Бұл желдің жылдамдығы 50 м/секундке жеткенде, ол күшті дауылға айналады.	20-30 м/с	Ақтөбе, Атырау, Маңғыстау облыстарының аумағында байқалады

Бағалау өлшемдері: Әрбір дұрыс шешілген тапсырмаға - 1 ұпайдан
Барлығы – 6 ұпай.

ТАПСЫРМА 4.

Төмендегі 1 карта-сұлбада тілдік семьялардың таралуы берілген «1», «4», «5», «8», «10», «18» нөмірлерімен қандай тілдік семьяла берілгенін анықтаңыз?

1. Сібірдің солтүстік және солтүстік-шығысында, Қыр Шығы және Солтүстік Американың арктикалық аймағында бір-біріне генетикалық ұқсастығы жоқ және Солтүстік Азияда тунгус-маньчжу

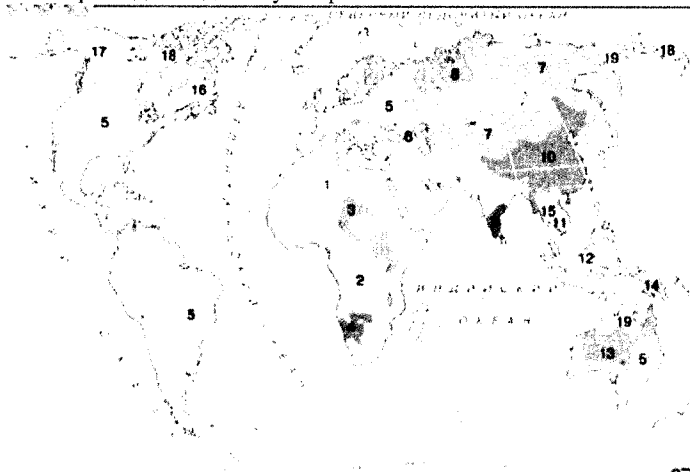
тілдерінің кең тараған уақытынан бұрын қалыптасқан және сақталған тілдерге арналған жинақтаушы анықтама қалай аталады?

2. Туыс емес немесе өзара түсініксіз тілде сойлейтін, бірақ бір-бірімен азды-көпті жүйелі түрде белгілі бір объективті себептерге байланысты қарым - қатынас жасауға мәжбүр екі немесе одан да көп этникалық топтардың арасындағы қарым-қатынас құралы ретінде дамыған, оңайлатылған тіл қалай аталады?

3. Алдыңғы сұрақ бойынша анықтамаға төмендегі мысал болып табылады:

- Норвегияның солтүстік жағалауында ресейлік және норвегиялық саудагерлерге қызмет көрсеткен, аралас орыс-норвегиялық тіл. XVII -XX ғасырларда Норвегия мен Ресей арасында белсенді түрде астық және балық саудасы жүрген кезде пайда болды. Шпицбергенде сақталған.

4. Оңтүстік Африкада, негізінен Замбия, Зимбабве және Оңтүстік Африка кеніштерінде таралған зулу тіліне негізделген тіл. Бастапқыда, бәлкім, Наталеде қоныстанған британдықтардың жергілікті халықпен қатынас тілі ретінде пайда болуы мүмкін.



Карта-сұлба 1 – Тілдік семьялардың әлемде таралуы

Бағалау өлшемдері:

Тапсырманың 1-сұрағындағы тілдік семьяларды анықтай отырып, әрбір пунктке дұрыс жауап бергені үшін –0,5 ұпайдан. **Барлығы: 3 ұпай.**

Тапсырманың 2-4 сұрақтарына дұрыс жауап бергені үшін –1 ұпайдан. **Барлығы: 4 ұпай.**

4 тапсырма үшін барлығы: 7 ұпай

ТАПСЫРМА 5.

Әлемде БҰҰ-ның мүшесі, бірақ бір ұйымда мүше бола тұрып кейбі басқа мемлекеттер мойындамаған мемлекеттер бар. Төменде келтірілге сипаттама бойынша мойындалмаған мемлекеттерді анықтаңыз.

№ р/с	Мойындалмаған мемлекет контуры	Мойындалмаған мемлекеттің туы	Мойындалмаған мемлекет	Мойындалмаған мемлекеттің астанасы	Мойындалмаған мемлекеттің орналасу елі
1					
2					
3					
4					

5				
6				
7				
8				
9				
10				

Бағалау өлшемдері:
Мемлекеттің атауын, оның астанасы мен орналасқан аумағын дұрыс анықтағаны үшін –0,5 ұпайдан. **Барлығы: 15 ұпай.**

ЖАЛПЫ: 40 ҰПАЙ
ТАПСЫРМА АЯҚТАЛДЫ!

ЗАДАНИЯ ПИСЬМЕННОГО ТУРА

9 КЛАСС

ЗАДАНИЕ 1. Решите задачи.

Задача 1. На плане сад квадратной формы имеет площадь 16 см^2 , на местности этот сад имеет площадь 6400 м^2 . Определите масштаб данного плана.

Задача 2. Определите абсолютную влажность воздуха, если относительная влажность равна 55%, а влажность насыщения при температуре $+15^\circ\text{C}$ составляет $12,8 \text{ г/м}^3$.

Задача 3. Определите точное время на нулевом меридиане, если на 180° меридиане по местному времени 24 часа.

Задача 4. В стране А с населением 25 млн.чел в течение года родилось 880 тыс. и умерло 640 тыс.человек. Выехало из страны 40 тыс. въехало 25 тыс.чел. Рассчитайте основные демографические показатели (коэффициент смертности) для этой страны?

Критерии оценки: За каждую правильно решенную задачу - 2 балла.

Итого – 8 баллов.

ЗАДАНИЕ 2.

По описанию определите названия озер Казахстана и укажите к какому водохозяйственному бассейну Казахстана они относятся.

№ п/п	Описание	Название озера	Водохозяйственный бассейн
1	Озеро на западе Тенгиз-Кургальджинской впадины в северной части Казахского мелкосопочника		
2	Озеро в Восточном Казахстане. Котловина окаймлена горными хребтами Курчумским и Азутау. На северо-востоке она сочленяется с Бобровской впадиной.		
3	Озеро на северо-востоке Костанайской области Казахстана. Озеро расположено в центральной части Тургайской ложбины.		
4	Озеро в северной части		

	Атырауской области Казахстана. Располагается в северной части Прикаспийской низменности, в 10 км к востоку от реки Урал, в 5 км от южной границы Западно-Казахстанской области.		
5	Озеро в ущелье Заилийского Алатау. Как утверждают геологи, образовалось оно примерно 8—10 тысяч лет назад в результате грандиозного горного обвала, который создал естественную плотину высотой около 300 метров.		

Критерии оценки:

За правильное определение озер и соответствующих водохозяйственных объектов – по 1 баллу. **Итого: 10 баллов.**

ЗАДАНИЕ 3.

Установите соответствия

полезное ископаемое – месторождение – страна, на территории которой оно находится.

Полезное ископаемое	Месторождение	Страна
А) алмазы	1) Шанси	I) Казахстан
Б) природный газ	2) Газли	II) ЮАР
В) бокситы	3) Тенгиз	III) Узбекистан
Г) уголь	4) Уэйпа	IV) КНР
Д) нефть	5) Кимберли	V) Австралия

Критерии оценки:

За правильное указание соответствия *полезное ископаемое – месторождение – страна* – по 0,5 баллов. **Итого: 5 баллов.**

ЗАДАНИЕ 4.


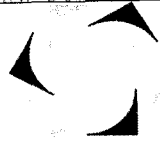


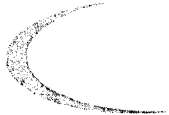


По представленным описаниям определите компании, действующие на территории Республики Казахстан. Назовите эти компании и соотнесите эти компании в соответствии с их логотипами, представленные в таблице 2

№	Характеристика	Буквенное обозначение логотипа
1	Как и многие предприятия в Казахстане эта	

	фабрика нашла свой второй дом после эвакуации во время Великой Отечественной Войны. Начальным этапом этой фабрики является прибытие первого эшелона с оборудованием из Астрахани. Совокупный объем производства за более чем полувековую историю компании составил более 1 млн. тонн продукции.	
2	Фундамент сегодняшней компании ... был заложен в августе 1941 г. в форме самостоятельного Казахского отделения Всесоюзной конторы «Ювелирторг». Это единственная торговая организация с советских времен, сумевшая не только укрепить свои позиции, имея на сегодняшний день более 20 ювелирных салонов, но и сохранить и приумножить ценности и традиции.	
3	Сегодня эта компания является специализированным предприятием по выпуску мясной, колбасной и консервной продукции. Производственная мощность комбината по выпуску мясоконсервной продукции составляет 35 тыс. банок в смену, по производству колбасной продукции, фарша ипельменей – 10 тонн в смену. Комбинат создан в 1931 г.	
4	Ведущее предприятие макаронно-мукомольной промышленности с успехом производит 38 видов макаронных изделий, муку и сопутствующую продукцию. Компания была создана в 1996 г. Имеет в штате более 200 работников, осуществляет свою деятельность в 11 регионах Казахстана и в 7 странах. Свою продукцию экспортирует в Россию, Украину, Кыргызстан, Таджикистан, Узбекистан, Афганистан, Монголию, Туркменистан, Литву, Белоруссию, Германию, Китай.	
5	Эта компания – лидер в мировой атомной промышленности и ведущий производитель урана в мире. Компания основана в 1997 г. Штаб-квартира расположена в г.Астане, число сотрудников – 27 752 человек. Оборот	

	составляет 39,7 млрд. тенге (2015 г.).	
6	<p>Лидирующая компания в сфере напитков и продуктов питания в Казахстане. Основанная в 1994 г., компания на сегодня имеет 4 производственные площадки на севере и юге Казахстана с общей мощностью 750 миллионов литров в год. Гордостью компании является производственно-логистический центр «Аксенгир» - один из самых передовых заводов в Центральной Азии с занимаемой площадью 21 га. Обеспечивает работой около 2 тыс. человек.</p>	
7	<p>Основатель этой компании Вольдемар Айфельд сумел построить в Казахстане предприятие, которое стало монополистом на рынке премиальных сувениров, показывая годовой оборот в десятки миллионов долларов. Компания была основана в 2006 г. и на сегодняшний день обзавелась обширной региональной сетью (около 30 бутиков) в крупнейших городах республики. Вся продукция формируется в коллекции, например: «Silk Way», «20 лет независимости», «Столица», «Реликвии Туркестана», «Ислам», «Мирас» и др.</p>	
8	<p>Материнская компания этой организации – Cuprum Holding Limited. История компании берет начало с 1913 г., когда начались первые масштабные горные работы на Жезказганском медном месторождении и переработка медной руды в готовую продукцию. Число сотрудников на 2013 г. составил 57 тыс. человек. Оборот компании на 2013 г. составил 3099 млн. долларов.</p>	

	A
---	---

	B
НА ВСЮ ЖИЗНЬ 	C
	D
	E
	F
	G
Восток - дело красивое! 	H

Критерии оценки: За правильно названную компанию – 0,5 баллов, за каждый правильно угаданный логотип – 0,5 баллов. **Итого – 8 баллов.**

ЗАДАНИЕ 5.

По описаниям, приведенным ниже определите название страны и назовите столицу этого государства.

1. Это единственная в мире страна, вся территория которой находится выше 1400 м над уровнем моря. Из-за большой высоты страну часто называют «королевство в небесах». Раннее население этой страны состояло из собирателей и охотников, говоривших на койсанских языках. Административное деление разделено на 10 округов, каждый из которых имеет свою столицу, или кэмптаун.

2. Самоназвание государства - «Страна Дракона». Территория страны — одна из самых труднопроходимых горных местностей мира, высота которой меняется от 160 до 7000 м. над уровнем моря. Более 50 % земель расположено выше 3000 м., 20 % — покрыто ледниками и вечными снегами. Это единственное в мире государство, в котором существует Министерство Счастья.

3. Страна обладает одной из самых развитых систем национальных парков. Национальный парк Таи включён в список Всемирного наследия. Хорошо развито сельское хозяйство: является важным производителем какао (первое место в мире) и кофе (третье место в мире).

4. Большая часть страны (около 75 %) представлена бассейном озера Тонлесап и низменностью реки Меконг. Около 96 % населения страны говорит на кхмерском языке, в качестве второго языка как наследие колониальных времён распространён французский. Здесь находится гигантский храмовый комплекс Ангкор-Ват, посвящённый богу Вишну.

5. По данным МВФ эта страна последние несколько лет с большим отрывом лидирует в мире по такому показателю как ВВП на душу населения, одна из богатейших государств мира. 3-й в мире по запасам природного газа, 6-й в мире экспортёр природного газа и крупный экспортёр нефти и нефтепродуктов (21-е место в мире). Входит в Организацию стран-экспортёров нефти.

6. Процветающая индустриальная страна с развитым сектором финансовых услуг и высоким уровнем жизни. Страна находится в отрогах Альп, самая высокая точка – гора Граушниц. По западной части страны протекает одна из крупнейших рек Западной Европы – Рейн. Значительным источником доходов населения и казны является иностранный туризм, а также выпуск почтовых марок.

Критерии оценки:

За верное определение страны – по 1 баллу, за верное название столиц – по 0,5 баллов. **Итого: 9 баллов**

ВСЕГО: 40 БАЛЛОВ

10 КЛАСС

ЗАДАНИЕ 1. Решите задачи.

Задача 1. На вершине горы А атмосферное давление составляет 36 мм рт. ст., на вершине горы С – 180 мм рт. ст.. На сколько километров гор С выше горы А, если атмосферное давление у их подножья нормальное?

Задача 2. Расстояние между станциями А и В на карте масштаба 1: 600 000 равно 52 см, расстояние между станциями А и С на карте масштаба 1: 500 000 – 52 см. На сколько километров расстояние между станциями А и В меньше, чем расстояние между станциями А и С?

Задача 3. Расстояние между Токио и Пекином равно 30 см, реально это - 1500 км. Определите масштаб карты.

Задача 4. Известно, что на высоте 2205 метров над уровнем моря атмосферное давление составляет 550 мм ртутного столба. Определите атмосферное давление на высоте:

- а) 3255 метров над уровнем моря
- б) 0 метров над уровнем моря

Критерии оценки: За каждую правильно решенную задачу - балла. За 4 задачу – 4 балла (за каждый решенный пункт задачи по балла). **Итого – 10 баллов.**

ЗАДАНИЕ 2.

Распространение ветра связано с распределением атмосферного давления и рельефом местности. Известно, что на широтах, в которых расположен Казахстан, господствуют постоянные западные ветры. Однако на территории нашей республики дуют также «местные» ветры. По описанию в таблице 1 определите эти типы ветров.

Таблица 1

	Название	Описание	Скорость	Господствующая территория
1		Впервые описал этот ветер Ш.Уалиханов. Теплый ветер дует в среднем 70-100 дней в году.	60-80 м/с	Дует в котловине озера, расположенной в Китае на юго-востоке Жетысуского Алатау
2		Продолжительность этого ветра 2-3 дня, сопровождается сильными снежными бурями и метелями, наносит урон	50-60 м/с	Дует одноименного хребта через Жетысуские ворота Центральной

	животноводству, рыболовству, осложняет работу транспорта.		Азию и наоборот
3	Горно-долинный ветер образуется от перемещения холодного воздуха с района ледника у истока реки Шилик в Илейскую долину. Ветер дует вдоль долины реки днем с северо-запада на юго-восток, а ночью – в обратном направлении. Зимой ветер, усиливаясь, образует снежные заносы и затрудняет транспортное движение.	8-10 м/с	Илейская долина
4	Горно-долинный ветер дует непрерывно вдоль реки Арыстанды, расположенной на юго-западном склоне хребта Каратау. При прохождении над пустыней Мойынкум образует песчаную бурю.	до 35 м/с	Дует непрерывно вдоль реки, расположенной на юго-западном склоне хребта Каратау
5	Дует над одноименным перевалом. Максимальная скорость летом 28 м/с, весной и осенью 34 м/с. Временами скорость ветра достигает 40 м/с (144 км/час). Ветроэлектрические	до 40 м/с Максимальная скорость летом 28 м/с, весной и осенью 34 м/с.	Дует между горами Киндиктас и хребтом Жетыжол


	установки, которые используют силу этого ветра обеспечивают электричеством ближайший поселок Музбелды.		
6	Возникновение этого ветра связано с рельефом и атмосферной циркуляцией. Когда скорость этого ветра достигает 50 м/с, он превращается в сильную бурю	20-30 м/с	Наблюдается на территории Актюбинской, Атырауской, Мангыстауской областях

Критерии оценки: За каждую правильно решенную задачу - 1 балл
Итого – 6 баллов.

ЗАДАНИЕ 3.

По представленным описаниям определите компании, действующие на территории Республики Казахстан. Назовите эти компании соотнесите эти компании в соответствии с их логотипами, представленными в таблице 2

№	Характеристика	Буквенное обозначение логотипа
1	Как и многие предприятия в Казахстане эта фабрика нашла свой второй дом после эвакуации во время Великой Отечественной Войны. Начальным этапом этой фабрики является прибытие первого эшелона с оборудованием из Астрахани. Совокупный объем производства за более чем полувековую историю компании составил более 1 млн. тонн продукции.	
2	Фундамент сегодняшней компании ... был заложен в августе 1941 г. в форме самостоятельного Казахского отделения Всесоюзной конторы «Ювелирторг». Это единственная торговая организация с советских времен, сумевшая не только укрепить свои позиции, имея на сегодняшний день более 20 ювелирных салонов, но и сохранить и приумножить ценности и традиции.	
3	Сегодня эта компания является специализированным предприятием по выпуску мясной, колбасной и консервной продукции. Производственная мощность	






	Н
---	---

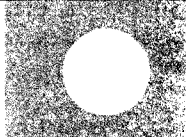
Критерии оценки: За правильно названную компанию – 0,5 баллов, за каждый правильно угаданный логотип – 0,5 баллов. **Итого – 8 баллов.**

ЗАДАНИЕ 4.

В таблице 3 приведены названия и географические координаты столиц (административных центров) шести островных государств. Определите эти государства.

Таблица 3

	Государство или территория	Столица или административный центр		Флаг
		Название	Географические координаты	
1	А	Хониара	9°28' ю.ш. 159°49' в.д.	
2	В	Морони	11°42' ю.ш. 43°15' в.д.	
3	С	Розо	15°18' с.ш. 61°23' з.д.	
4	Д	Порт-Луи	20°10' ю.ш. 57°30' в.д.	
5	Е	Сент-Джорджес	12°02' с.ш. 61°44' з.д.	

6	Ф	Нгерулмуд	7°30' с.ш. 134°37' в.д.	
---	---	-----------	----------------------------	--

Критерии оценки: За каждый правильный ответ по 1 баллу. **Итого – 6 баллов.**

ЗАДАНИЕ 5.

На Земном шаре насчитывается 27 островов, площадь каждого из которых превышает 50 тыс. км², то есть территорию небольшой европейской страны. Каждый большой остров — это целый мир со своей особой природой, историей заселения и освоения, этническим составом населения, особенностями хозяйственного развития. В то же время каждый остров является частью какой-либо природной зоны, или даже нескольких из них. По приведенным описаниям заполните таблицу 4.

**В графе «крупнейший населенный пункт острова» приоритетным населенным пунктом является столица. Т.е. если на острове расположен столица и крупный город, то в таблице вы должны указать столицу.*

1. Четвёртый по величине остров мира богат золотом, медью и железом. Животный и растительный мир острова уникален — он содержит 5 % видов животных и растений мира, 80 % из которых существуют только на этом острове.

2. Единственный морской остров, разделённый между тремя государствами. Остров был открыт в 1521 году мореплавателями из экспедиции Магеллана. Наивысшая точка — гора Кинабалу, 4095 м.

3. Остров был открыт в 1492 году и назван в честь одной из европейских стран. Современное название появилось позже. Преобладающий горный рельеф, представленный четырьмя хребтами, вытянутыми с запада на восток. Фауна острова бедна млекопитающими; здесь отсутствуют хищники. Остров часто подвергается разрушительным землетрясениям, одно из них, случившееся в XXI веке, привело к гибели сотен тысяч людей.

4. 17-й по величине остров в мире. Рельеф среднегорный, высоты 2934 м (гора Пулог). На острове есть как потухшие (Драят), так действующие вулканы (Майон и другие). Площадь острова чуть более 1 тысяч кв.км., здесь проживает почти 40 миллионов человек. На этом острове расположены два крупнейших города страны — столица и самый населенный город страны, которому принадлежит остров — Кесон-сити.

5. Остров — второй по величине в стране, полностью расположенной на островах. Его территория почти поровну делится между горами и равнинами. Летом здесь часты дожди, а зимой лежит снег; поэтому в своей стране климат этого острова считается наиболее

суровым. На острове, кроме титульной нации, живут представители малочисленного коренного народа, происхождение которого до сих пор неизвестно.

Таблица 4

№	Название острова	Преобладающая природная зона	Страна (страны), которой принадлежит остров	Крупнейший населенный пункт острова
1				
2				
3				
4				
5				

Критерии оценки: За каждый правильно названный остров – 0,5 баллов, за правильно названную преобладающую природную зону – 0,5 баллов, за определение страны принадлежности острова – 0,5 баллов, за правильно названный крупнейший населенный пункт острова – 0,5 баллов. **Итого: 10 баллов**

ВСЕГО: 40 баллов

11 КЛАСС

ЗАДАНИЕ 1. Решите задачи:

Задача 1. Расстояние между железнодорожной станцией и карьером на плане масштаба 1:200 000 составляет 5,6 см. На втором это расстояние составляет 22,4 см. Каков масштаб этого плана?

Задача 2. Определите точное время на 75 меридиане, если на 165 градусе меридиана по местному времени 18 часов 30 минут

Задача 3. Определите точное время пункта, расположенного восточнее на 120 градусов от Лондона, в котором на данный момент полночь.

Задача 4. Нам известен горизонтальный угол, который был измерен во время восхода Солнца, и он составляет 120 градусов. Нужно определить, когда взошло и зашло Солнце и какова продолжительность дня.

Задача 5. На вершине горы А атмосферное давление составляет 360 мм рт. ст., на вершине горы С – 180 мм рт. ст.. На сколько километров гора С выше горы А, если атмосферное давление у их подножья нормальное?

Задача 6. Расстояние между станциями А и В на карте масштаба 1:

600 000 равно 52 см, расстояние между станциями А и С на карте масштаба 1: 500 000 – 52 см. На сколько километров расстояние между станциями А и В меньше, чем расстояние между станциями А и С?

Критерии оценки:

За каждую правильно решенную задачу – по 1 баллу. **Итого – 10 баллов.**

ЗАДАНИЕ 2.

На рисунках 1 и 2 представлены контуры 2-х крупнейших озёр Казахстана. Определите названия географических объектов, обозначенных цифрами на рисунке 1 – «1», «2» и «3»; на рисунке 2 – «7» и «9».



Рисунок 1 (2010 год)

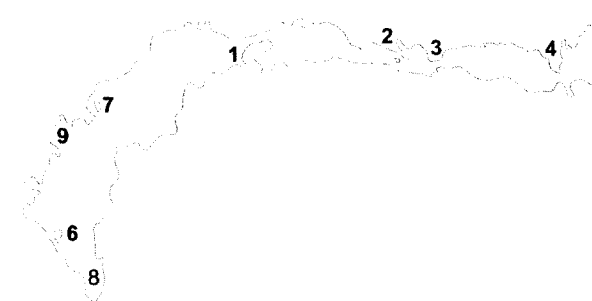


Рисунок 2

Критерии оценки:

За правильное определение каждого географического объекта цифрам – по 1 баллу. **Итого: 6 баллов.**

ЗАДАНИЕ 3.

Распространение ветра связано с распределением атмосферного давления и рельефом местности. Известно, что на широтах, в которых расположен Казахстан, господствуют постоянные западные ветры. Од на территории нашей республики дуют также «местные» ветры. Описанию в таблице 1 определите эти типы ветров.

	Название	Описание	Скорость	Господствующая территория
1		Впервые описал этот ветер Ш.Уалиханов. Теплый ветер дует в среднем 70-100 дней в году.	60-80 м/с	Дует над котловиной озера, расположенного в Китае на юго-востоке Жетысуского Алатау
2		Продолжительность этого ветра 2-3 дня, сопровождается сильными снежными бурями и метелями, наносит урон животноводству, рыболовству, осложняет работу транспорта.	50-60 м/с	Дует с одноименного хребта через Жетысуские ворота в Центральную Азию и наоборот
3		Горно-долинный ветер образуется от перемещения холодного воздуха с района ледника у истока реки Шилик в Илейскую долину. Ветер дует вдоль долины реки днем с северо-запада на юго-восток, а ночью – в обратном направлении. Зимой ветер, усиливаясь, образует снежные заносы и затрудняет транспортное движение.	8-10 м/с	Илейская долина
4		Горно-долинный ветер дует непрерывно вдоль реки Арыстанды, расположенной на юго-западном склоне	до 35 м/с	Дует непрерывно вдоль реки, расположенной на юго-западном склоне хребта

		хребта Каратау. При прохождении над пустыней Мойынкум образует песчаную бурю.		Каратау
5		Дует над одноименным перевалом. Максимальная скорость летом 28 м/с, весной и осенью 34 м/с. Временами скорость ветра достигает 40 м/с (144 км/час). Ветроэлектрические установки, которые используют силу этого ветра обеспечивают электричеством ближайший поселок Музбелды.	до 40 м/с Максимальная скорость летом 28 м/с, весной и осенью 34 м/с.	Дует меж горами Киндиктас хребтом Жетыжол
6		Возникновение этого ветра связано с рельефом и атмосферной циркуляцией. Когда скорость этого ветра достигает 50 м/с, он превращается в сильную бурю	20-30 м/с	Наблюдается территории Актюбинской, Атырауской, Мангыстауской областях

Критерии оценки: За каждую правильно решенную задачу - балл. **Итого – 6 баллов.**

ЗАДАНИЕ 4.

1. Ниже представлена картосхема 1 распространения языков семей. Определите какие языковые семьи обозначены цифрами «1», «5», «8», «10», «18»?

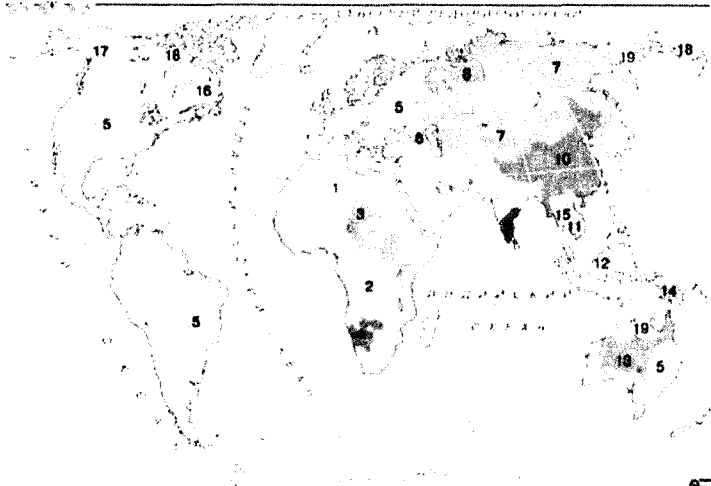
2. Как называется собирательный термин для языков в северо-восточной Сибири, на Дальнем Востоке и в арктической з Северной Америки, не связанных между собой генетическим родство сохранившихся в Северной Азии со времён, предшествующих широкому распространению там тунгусо-маньчжурских языков?

3. Как называется упрощённый язык, который развивается как средство общения между двумя или более этническими группами, говорящими на неродственных и/или взаимно непонятных языках, но вынужденных более или менее регулярно контактировать друг с другом в силу тех или иных объективных потребностей?

4. Примером термина по предыдущему вопросу являются:

- смешанный русско-норвежский язык, обслуживавший общение русских и норвежских торговцев на северном побережье Норвегии. Существовал в XVII — XX веках, когда велась активная морская торговля зерном и рыбой между Норвегией и Россией. Сохранился на Шпицбергене.

- язык на основе зулу, распространённый в Южной Африке, главным образом на рудниках в Замбии, Зимбабве и ЮАР. Изначально, возможно, появился как язык общения британских поселенцев в Натале с местным населением.



Картограмма 1 – Распространение языковых семей в мире

Критерии оценки:

За правильное определение языковых семей на 1 пункт вопроса – по 0,5 баллов; итого: 3 балла.

За правильное определение терминов на 2-4 пункты вопроса – по 1 баллу; итого: 4 балла. **Итого: 7 баллов**

ЗАДАНИЕ 5.

В мире существуют государства — члены ООН, не признаваемые некоторыми другими государствами, несмотря на членство в одной организации. По описаниям, приведенным ниже определите страну,

№ п/п	Контур непризнанного государства	Флаг непризнанного государства	Непризнанное государство	Столица непризнанного государства	Стр. место жет
1					
2					
3					
4					
5					

6				
7				
8				
9				
10				

Критерии оценки:

За верное определение названий государств, их столиц и территорий – по 0,5 баллов. **Итого: 15 баллов.**

ВСЕГО: 40 БАЛЛОВ

ЗАДАНИЯ ЗАВЕРШЕНЫ!

БИОЛОГИЯ

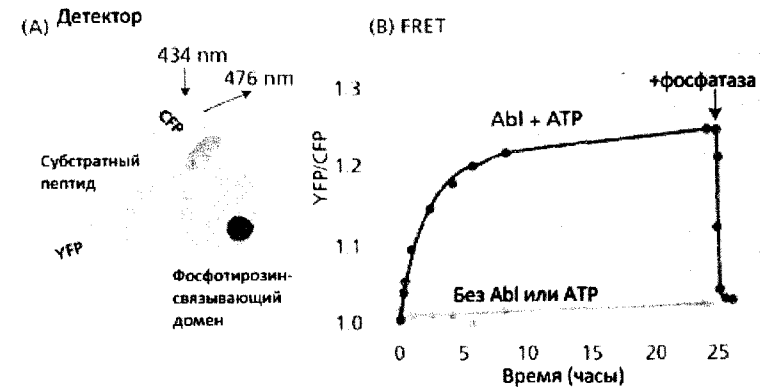
I ТУР

10-11 КЛАСС

Клеточная и молекулярная биология.

1. Представьте, что у вас есть флуоресцентный детектор, который способен локализовать активные тирозин киназные белки Abl в клетке. Флуоресцентный детектор является белком, у которого концы состоят из двух видов флуоресцентных белков: CFP (Cyan fluorescent protein) и YFP (Yellow fluorescent protein). Так же этот детектор имеет фосфотиروزин связывающий домен и субстратный пептид, который распознается тирозин киназным белком (Рис А). Стимуляция CFP домена не вызывает возбуждение YFP домена, когда эти домены далеко друг от друга. Когда же эти домены располагаются близко друг к другу, возбужденный CFP домен может передать энергию фотона YFP домену и вызвать его возбуждение. Этот феномен называется FRET (fluorescence resonance energy transfer). FRET измеряется пропорцией эмиссии света возбуждении) доменов YFP/CFP.

Инкубация флуоресцентного белка детектора с тирозин киназным белком Abl в присутствии АТФ вызвало увеличение YFP/CFP эмиссий (Рис Б). В отсутствии АТФ или тирозин киназного белка Abl, FRET сигнала не было. Так же, FRET был остановлен по добавления тирозин фосфатазы.



Основываясь на предоставленной информации отметьте суждения как правильных или неправильных (7 б)

- А. Данный метод может использоваться для локализаций любых видов киназ белков.
- В. Фосфотиروزин связывающий домен служит сайтом связывания тирозин кин белка Abl.

- C. Мутация в фосфотиризиновом домене может привести к уменьшению YFP/CFP эмиссий.
- D. Замена молекул АТФ на ионы магния приведет к такому же сигналу FRET, так как обе молекулы выполняют роль кофактора.
- E. Фосфорилирование белка детектора вызывает сближение двух флуоресцентных доменов и появление феномена FRET.
- F. Уменьшение уровня FRET после добавления фосфатазы происходит благодаря инактивации Abi киназы.
- G. Abi киназа фосфорилирует фосфотиризин связывающий домен белка детектора.

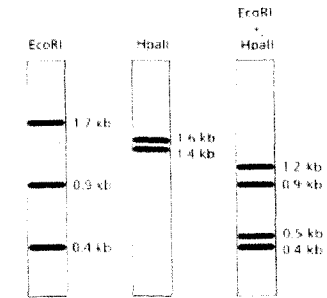
2. Монослой мембраны имеет жидкую структуру из-за постоянного движения фосфолипидов в латеральном направлении. Перемещение фосфолипидов настолько быстро, что требуется только 10^{-7} секунды для того чтобы фосфолипиды поменялись местами. Так же, одна молекула фосфолипида диффундирует $2\mu\text{m}$ (диффундирует от одного конца бактерий к другому концу) за 1 секунду. Предположим, что диаметр головки фосфолипида составляет 0.5 нм (3 б).

A. Коррелируются ли эти цифры друг с другом? Если нет, то объясните причину. (1 б)

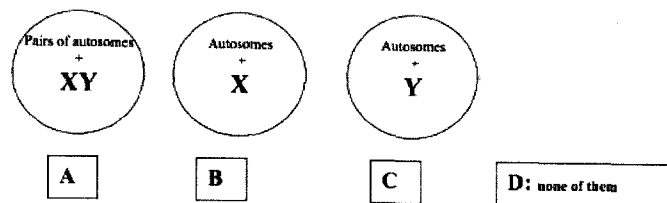
Б. Предположим, что молекула липида имеет размер теннисного шарика (4 см в диаметре) и что пол вашей комнаты (6 м x 6 м) полностью покрыт одним слоем этих шариков. Если два соседних шарика обмениваются местами за 10^{-7} секунды, то какова скорость перемещения шариков в км/час? (1 б)

В. Сколько времени (минимум) потребуется шарик, чтобы переместиться от одного края комнаты к другому? (1 б)

3. Вы хотите получить рестрикционную карту фрагмента ДНК, концы которого заканчиваются липкими концами BamHI. Для этого вы используете 3 пробы фрагмента, чтобы провести реакции рестрикции с EcoRI, HpaII и EcoRI+HpaII. Через гель электрофорез вы определили образовавшиеся фрагменты ДНК для каждой реакции рестрикции (рисунок ниже). Исходя из полученных данных на геле, постройте рестрикционную карту указав сайты рестрикции и расстояния между ними в кб (kb=kilobases) (4 б)



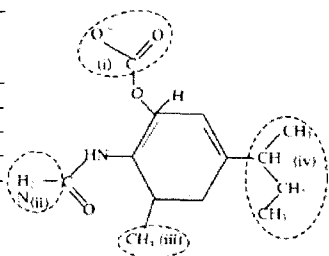
4. На рисунке вам представлены 3 вида человеческих клеток с аутосомами и половым хромосомами показанными в каждом из них. Заполните таблицу соответствующими буквами из рисунка. Обозначение буква на картине: А - пары аутосом+XY; В - аутосомы+Y; D - не одна из них (5 б)



1	Вторичный ооцит	
2	Женская соматическая клетка	
3	Содержит 23 пары хромосом	
4	Если эта клетка будет участвовать в оплодотворении, то эмбрион будет мужского пола	
5	Образовалась посредством митоза	
6	Эпителиальные клетки мужчины содержат такие хромосомы	
7	Предположительно одна такая клетка образуется каждый месяц у фертильной женщины	
8	В процессе мейоза яйцеклетка образуется от этих клеток	
9	Они могут образовать гаметы посредством митоза	
10	Они могут образовать соматические клетки посредством митоза	

5. Внизу вам дана структура одного лекарства с обведенными частями функциональных групп. Заполните таблицу со словами Да или Нет в зависимости от химических связей, которые могут возникнуть с той или иной частью молекулы. Целая строка должна быть правильной для получения баллов (4 б).

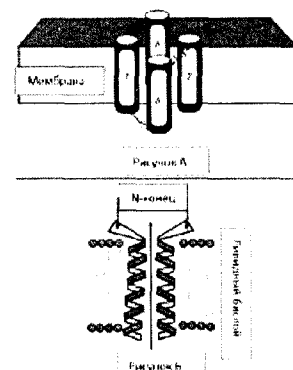
Часть	Образование ионных связей	Образование водородных связей	Образование гидрофобных взаимодействий
i			
ii			
iii			
iv			



6. Что из нижеследующего может изменить генную регуляцию (может быть несколько правильных ответов). Для получения балла ответьте полностью правильно (2 б)

- A. Делеция в промоторе
- B. Увеличение температуры в культуре бактерий
- B. Перемещение культуры дрожжей в другую питательную среду
- Г. Мутации в гене репрессоре, что приводит к нефункциональному генному продукту

7. Белковый комплекс (называется *ЯУсталНеМогу*) экспрессируется у 10% всех нейронов головного мозга у некоторых инопланетян, живущих на планете **ВСЕВОЗМОЖНО**. Он указан на рисунке А ниже и состоит из 2 гамма и 2 дельта полипептидных цепей. На рисунке Б указан поперечный срез через липидный бислой. (13,5 б)



а) Учитывая, что N-конец полипептидов на рисунке Б прилегает к головке молекул липидного бислоя, какие 3 аминокислоты вы скорее всего обнаружите рядом с N-концом? Просто перечислите снизу. (0,5б)

б) Сколько уникальных первичных структур образуют комплекс *ЯУсталНеМогу*? Укажите число. (0,5б)

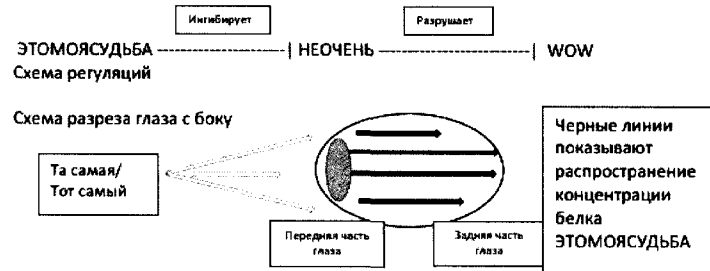
в) Какие вторичные структуры белков можно заметить у этого комплекса? Напишите название. (0,5б)

г) Есть ли четвертичная структура у комплекса *ЯУсталНеМогу*? Обведите кружком ваш ответ снизу. Если считаете ДА, то напишите какая сильная связь удерживает четвертичную структуру? (0,5б)

д) Определите суждение снизу как верное или неверное. (рядом поставьте В или НВ) Данный комплекс не может пропускать заряженные частицы/молекулы, так как полностью погружен в липидный бислой. (0,5б)

е) В этой же планете есть район РОМАНТИКА, где частота инопланетян влюбляющих первого взгляда очень высока. Биологическое сообщество ученых планеты **ВСЕВОЗМОЖНО** изучает этот феномен и один из активных ученых, мистер Нобель, предложил следующую модель, основываясь на накопленные доказанные факты. Модель: Есть белок W который каким-то образом влияет на влюбчивость инопланетян. Было определено, что вырабатывается в цитоплазме клеток сетчатки глаза у инопланетян этого района. W расщепляется другим белком НЕОЧЕНЬ, что в свою очередь ингибируется белком ЭТОМОЯСУДЬБА. Белок ЭТОМОЯСУДЬБА активируется при виде той/того самой/ого/ведет к увеличению активности белка WOW в определенных частях глаза (посмотрите с регуляций снизу). Интересно то, что глаз у этих инопланетян имеет форму ша

концентрация белка ЭТОМОЯСУДЬБА распространяется постепенно по всему объему глаза перехода от передней части к задней (Смотрите рисунок снизу). (7 б)



Внизу вам даны четыре графика А, Б, В, Г, где на оси ординат указаны либо активность либо распределение, а на оси абсцисса расстояние от передней части глаза до задней части. Изучив их, заполните таблицу, поставив тот график, который наиболее правильно описывает распределение или активность белков при разных условиях (в таблице указаны эти условия, также до и после взгляда имеется ввиду до встречи и после встречи той/того)

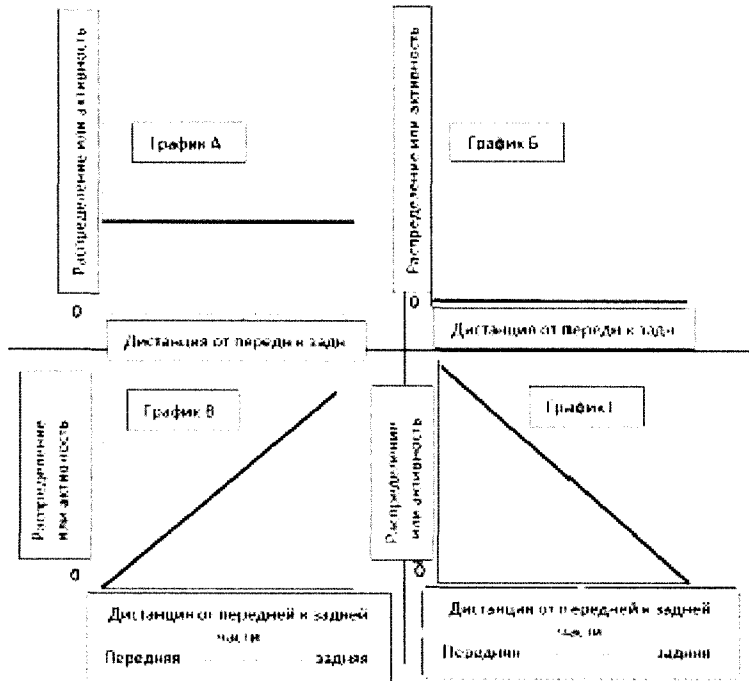
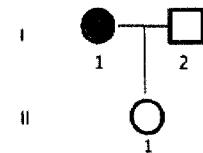


График	Белок или условие
	Распределение WOW до взгляда
	Распределение НЕОЧЕНЬ до взгляда
	Активность WOW до взгляда
	Распределение WOW после взгляда
	Распределение ЭТОМОЯСУДЬБА после взгляда
	Активность WOW после взгляда
	Активность НЕОЧЕНЬ после взгляда

Ж. После исследований механизма экспрессии белков связанных с активностью и распределением, другой генетик брат Нобели, мистер Гендель, изучает характер наследования гена WOW в районе РОМАНТИКА. После исследований генеалогий мнск семей, генетик предполагает, что в этом районе у инопланетян в доминантном гене W есть мутации, что приводит к высокому уровню проявления "любви с первого взгляд". Мистику этого феномена было сложно определить, потому что не все имеющие ген W проявляли этот фенотип в связи с его пенетрантностью равной $1/3$. На схеме снизу инопланетянки I-1 генотип WOW/wow и у нее есть фенотип влюбчивости, а генотип инопланетянина I-2 wow/wow . Какова вероятность, что у II-1 гетерозиготен по гену W учитывая что у него нет фенотипа влюбчивости? Покажите ваши вычисления. (4 б)



Ответ: _____

З. Прошло уже 5 лет с времен открытий связанных с феноменом "любви с первого взгляда". Следуя за Нобелем и Генделем, их сестренка Мари исследует другой белок ADEMI, который как она предполагает взаимодействует с белком WOW. Чтобы проследить весь путь белка ADEMI и его локализацию внутри сетчатки инопланетян, с удалит разные участки белка, чтобы посмотреть эффект на локализацию и вставляет зеленый Флуоресцентный Белок (ЗФБ), чтобы проследивать. Она замечает, что ADEMI гомологичен дрожжевому белку с тирозин-киназной активностью. Внизу вам показан дикий тип (не измененный) ADEMI и модифицированные (A, B, V). Правильно соотнеси модификацию с локализацией ADEMI и заполните таблицу (6.5 б).



Указан дикий тип, но правильно поставьте N-конец и C-конец написав на соответствующий конец. В последующих рисунках нигде не указаны концы. (0,5 б)

А) ЗФБ был поставлен вместо участка связывания с лигандом, показан снизу. Где будет локализован участок ЗФБ (выберите вариант из таблицы и впишите А, сделайте аналогично для модификаций Б, В и Г). Заметьте модификация используется только один раз, и не все локализации используются.

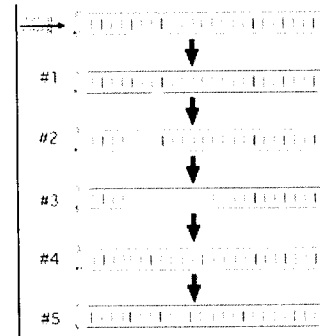


Г) Мутантная сетчатка, где транспортные везикулы не могут сливаться с аппаратом Гольджи, где будет локализован ЗФБ?



Модификация	Локализация
	Цитоплазма
	Внутренняя сторона везикулярной мембраны
	Наружняя сторона везикулярной мембраны
	Внутренняя сторона плазматической мембраны
	Наружняя сторона плазматической мембраны
	Полностью секретируется наружу (выявляется в супернатанте)

9. Указанная снизу ДНК подвергается постепенному действию определенных ферментов. Правильно соотнесите номера слева с ферментами указанными справа (2,5 б)



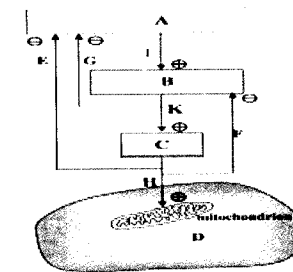
- А. Фермент с 3'-5' экзонуклеазной активностью
- Б. Фермент с 3'-5' экзонуклеазной активностью
- В. Фермент с 5'-3' экзонуклеазной активностью
- Г. Фермент с 5'-3' экзонуклеазной активностью
- Д. Фермент с двуцепочечной эндонуклеазной активностью
- Е. Фермент с одноцепочечной эндонуклеазной активностью
- Ж. ДНК-хеликаза
- З. ДНК-полимераза I + все 4 dNTPs
- К. ДНК-полимераза III + все 4 dNTPs
- Л. Подходящий фермент не указан в данном листе

Ответ:

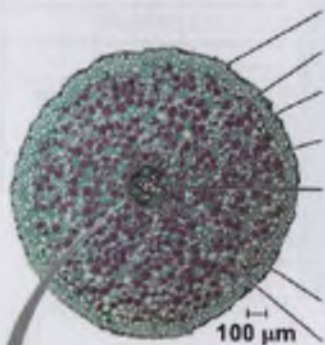
#1	
#2	
#3	
#4	
#5	

Анатомия и физиология животных

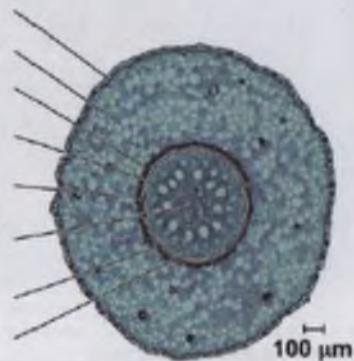
10. Взаимодействия трех гормон-продуцирующих органов показаны на рисунке ниже. В результате взаимодействия данных органов, митохондрия увеличивает либо уменьшает свою активность. В этой регуляции, "+" обозначает стимуляцию, а знак "-" обозначает ингибирование. Основываясь на диаграмме ниже, заполните таблицу соответствующими буквами (5 б).



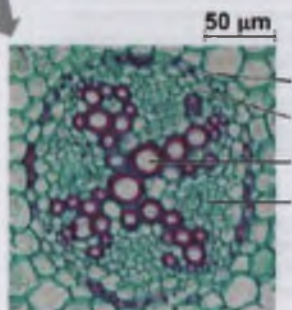
D	Колленхима	M	Паренхимная médula
E	Проводящий пучок	N	Устьице
F	Кора	O	Перицикл
G	Стела (-----)	P	Мезофилл
H	Медулярный луч	Q	Эндодерма
I	Верхний эпидермис		



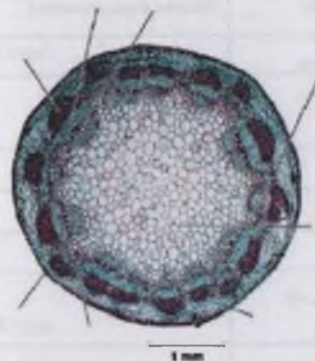
1. Орган:
Кому принадлежит:



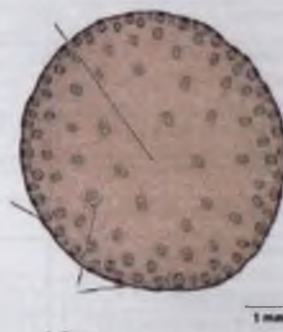
2. Орган:
Кому принадлежит:



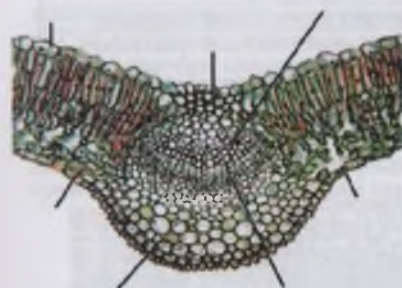
© 2011 Pearson Education, Inc.



3. Орган:
Кому принадлежит:



4. Орган:
Кому принадлежит:

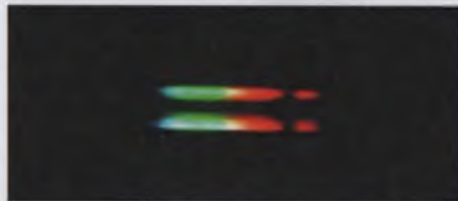


5. Орган:
Кому принадлежит:

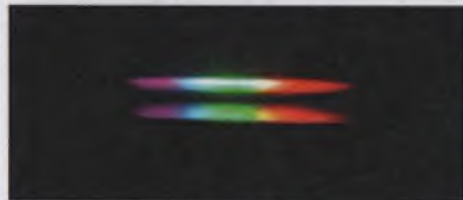


6. Орган:
Кому принадлежит:

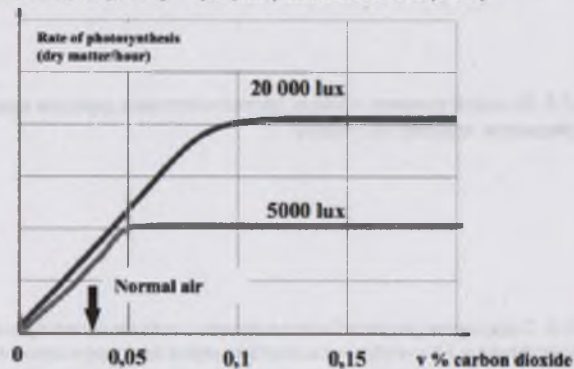
Б.



В.



15. Корреляция между концентрацией углекислого газа (CO_2) и скоростью фотосинтеза была изучена в серии экспериментов у растений. Измерения были взяты при низком (5000лк) и высоком (20000лк) уровнях освещенности. Результат показан ниже. Ось x – скорость фотосинтеза (сухая масса/час), ось y – процент углекислого газа (3.5 б).



Ответьте на вопросы основываясь на результатах выше.

15.1. В данном эксперименте скорость фотосинтеза была измерена количеством сухой массы, продуцированной за один час. Какая альтернативная мера измерения могла быть использована? (1 б)

А. Количество поглощенного кислорода в единицу времени

Б. Количество образованного углекислого газа в единицу времени

В. Количество воды испарившейся в единицу времени

Г. Количество образованного кислорода в единицу времени

Д. Количество света, поглощенного листьями

15.2. Какая(ие) интерпретация(ии) графика являются верными (1 б)

А. При концентрации углекислого газа выше 0.1%, уровень освещенности не влияет на скорость фотосинтеза.

Б. При концентрации углекислого газа ниже 0.05%, скорость фотосинтеза прямо пропорциональна концентрации CO_2 .

В. При концентрации углекислого газа в четыре раза превышающего норму, скорость фотосинтеза определяется уровнем освещенности

Г. При концентрации углекислого газа выше 0.1%, скорость фотосинтеза снижается даже при высокой освещенности

15.3. Одной из самых опасных проблем нашего времени является увеличение парникового эффекта. Что именно обозначает парниковый эффект? (0.5 б)

А. Высокий уровень УФ радиации доходит до поверхности Земли из-за дыр в озоновом слое

Б. Из-за уменьшения вентиляции, температура продолжительно увеличивается внутри парника чем снаружи

В. Парниковые газы позволяют видимому свету проникать через атмосферу, но не позволяют проникать длинным волнам света, поглощая или же отражая их.

Г. Парниковые газы поглощают или же отражают длинные волны света в сторону Земли

15.4. Какие газы преимущественно участвуют в образовании парникового эффекта на Земле? (0.5 б)

А. Углекислый газ и водяной пар

Б. Углекислый газ и кислород

В. Озон и углекислый газ

Г. Водяной пар и озон

15.5 Живой мир на Земле в определенной степени может снизить парниковый эффект. Каким образом? (0.5 б)

А. Скорость метаболических процессов у разлагателей увеличивается при увеличении температуры

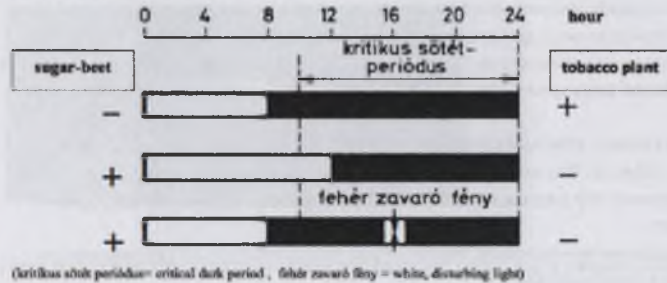
Б. Скорость биологического окисления увеличивается при увеличении температуры

В. Повышение уровня углекислого газа ингибирует анаболические процессы и стимулирует катаболические

Г. Понижение уровня углекислого газа повышает эффективность фотосинтеза

Д. Повышение уровня углекислого газа повышает эффективность фотосинтеза

16. Влияние продолжительности воздействия света на начало цветения в растениях сахарной свеклы и табака было исследовано в эксперименте. Эти два растения подвергались различной длительности света в трех отдельных экспериментах. На приведенном ниже рисунке белые полосы (не закрашенные графы) показывают продолжительность воздействия света. В темный период третьего эксперимента растения подвергались воздействию белого света в течение короткого промежутка времени. Символ «+» показывает начало цветения, а «-», если цветение не произошло. Слева показатели сахарной свеклы, справа растения табака (4 б).

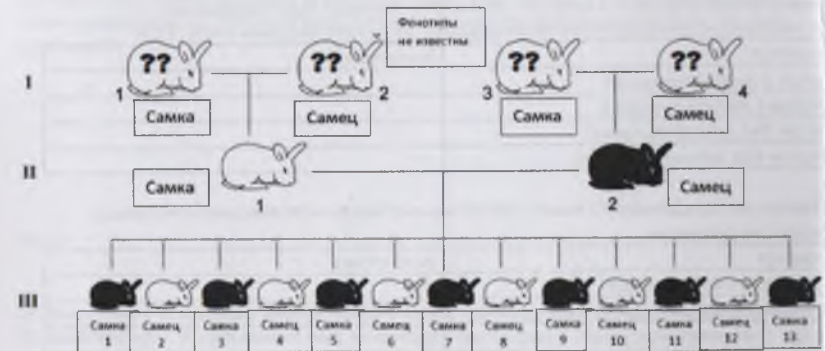


Вставьте правильные буквы в пустые квадраты рядом с утверждениями. Каждый правильный ответ:

A. Сахарная свекла	1	Это растение длинного дня	
B. Табак	2	На цветение этого растения влияют продолжительность и время света	
C. Оба из них	3	Согласно этому эксперименту цветение произойдет только в том случае, если продолжительность света превышает 12 часов	
D. Ни один из них	4	Он будет распускаться только в том случае, если он подвергается воздействию тревожного света в темный период	
	5	Он будет цвести только в том случае, если он будет непрерывно храниться в темноте более 14 часов	

Генетика

17. Внизу вам показана генеалогия 3 поколений кроликов. Фенотипы I-1, I-2, I-3, I-4 не известны. Закрашенные кролики имеют наследственное заболевание. В этом задании для получения баллов вы должны полностью правильно ответить на все вопросы А и Б частей. (5 б)



А) Каков тип наследования этого заболевания (1 б) : _____
 Б) После того как вы определили тип наследования заполните фенотипы и возможные генотипы для каждого из I-1, I-2, I-3, I-4. Для фенотипов используйте (имеет заболевание- А, не имеет заболевание- Б, невозможно сказать из данной информации- В). Для генотипов используйте обозначения DD, Dd, dd, X^DX^D, X^DX^d, X^dX^d, X^DY, X^dY в зависимости от типа наследования (4 б)

Кролики	Фенотип(либо А, либо Б, либо В)	Возможные генотипы
I-1		
I-2		
I-3		
I-4		

18. Вы известный генетик с публикациями работ в журнале *Nature*. Сейчас вы изучаете странную мутацию у мышей, которая проявляется походкой задом наперед, когда мышь слышит включенную поп-музыку. Много не думая, вы назвали мутированный ген, "геном лунной походки", а фенотип, фенотипом лунной походки. Выделив чистую линию таких мышей, вы скрещиваете одну мышь с другой мышью(тоже с чистой линией) без гена лунной походки. В результате все потомство(F1) мышей проявляют фенотип лунной походки при включение поп-музыки. (11 б)

А) Скрещивание двух мышей из F1 дало потомство в количестве 40(F2). Каково ожидаемое количество мышей, которое не сможет удивить ваших коллег лунной походкой? (1 б)

Ответ:

Б) Вы замечаете, что все F1 мыши имеют черную окраску шерсти, в то время как чистая линия мышей с лунной походкой имели белую окраску и чистая линия без лунной походки имели черную. Если вы скрестите одну мышь из F1 с белой мышью от чистой линии с лунной походкой и получите 28 мышей, то каково будет ожидаемое количественное распределение по фенотипам? Заполните цифрами снизу. (2 б)

Фенотип	Количество
Белая с лунной походкой	
Черная с лунной походкой	
Белая без лунной походкой	
Черная без лунной походкой	

В) Теперь вы скрещиваете F1 мышь с белой мышью без лунной походкой и получаете следующее потомство.

Фенотип	Количество
Белая с лунной походкой	249
Черная с лунной походкой	26
Белая без лунной походкой	24
Черная без лунной походкой	251

Какова частота рекомбинаций между геном лунной походки и геном окраски? Покажите ваши вычисления. (1 б)

ответ:

Г) В предыдущих статьях вы исследовали расстояние между генами окраски(*tus1*) и геном ответственным за размеры ушей(*kulak*) и рассчитали 20,67 cM между ними. Обозначая ген лунной походки *M1*, и пользуясь двумя другими аббревиатурами: *kulak*, *tus*, нарисуйте 2 возможные расположения генов в хромосоме с указанием расстояния между ними в cM. (2 б).

Ответ:

Д) Вы хотели удивить вашего коллегу, который пришел со своей дочкой, и включили поп-музыку для потомства F2. Вдруг некоторые мыши начали лунную походку и неожиданный "флешмоб" очаровал дочку коллеги. Она захотела таких мышей себе домой и взяла одну черную и одну белую мышку участников флешмоба(взяла двух попавшихся ей на глаза, одну самку и одного самца). Дома их поместили вместе и через несколько месяцев появились потомки F3. Какова вероятность, того что выбранная черная мышь образует гамету *AB* и выбранная белая мышь образует гамету *Ab*, что приведет к появлению мышонка с генотипом *AaBb*? Используйте *A*- ген лунной походки, *B*- ген черной окраски. Покажите вашу вычисления, можете указать дробью если это вам удобно. (5б)

Ответ:

19. Вы изучаете популяцию мышей. Предположим, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. У этих мышей цвет меха определяется одним геном с доминантным аллелем *B* и рецессивным аллелем *b*, где генотип *BB* приводит к черному меху, *bb* дает белый мех, а *Bb* приводит к коричневому меху. В популяции 500 мышей, среди них 45 белых. (5 б)

19.1. Определите частоту аллелей и ожидаемое количество мышей с черным и коричневым мехом (1,5 б).

19.2. Предположим, что совы съедят 60% белых мышей, прежде чем у них будет возможность размножаться, какова будет новая частота аллеля *B* после одного поколения? (1,5 б).

Таксоны	M	N	O	P	Q
M	0				
N	2	0			
O	6	6	0		
P	4	5	7	0	
Q	7	8	9	7	0

Итерация 1: Наименьшая дистанция наблюдается между видами M и N, поэтому мы объединяем в кластер (M,N). Относительный возраст полученного кластера рассчитывается как половина дистанции между двумя исходными видами (или кластерами). В данном случае, относительный возраст кластера равен 1.

Затем создается новая матрица дистанций, для этого рассчитывается дистанция между образованным кластером (в данном случае M,N) и остальными видами или кластерами. Например, дистанция между кластером (M,N) и видом (кластером) P рассчитывается как среднее между $d(M,P)$ и $d(N,P)$, т.е. $(4+5)/2$, где $d(x,y)$ обозначает дистанцию между кластерами x и y. Результат показан в таблице ниже.

Таксоны	(M,N)	O	P	Q
(M,N)	0.0			
O	6	0.0		
P	4.5	7	0.0	
Q	7.5	9	7	0.0

Итерация 2: Теперь наименьшая дистанция наблюдается между кластером (M,N) и таксоном P, соответственно, их объединяют в кластер более высокого порядка ((M,N),P), относительный возраст которого составляет 2.25. Снова рассчитывается новая матрица,

так, как было показано выше. Например, дистанция между кластером ((M,N),P) и видом (O) рассчитывается как среднее между $d(M,O)$, $d(N,O)$ и $d(P,O)$, т.е. $(6+6+7)/3 = 6.33$. Результат приведен в таблице ниже.

Таксоны	((M,N),P)	O	Q
((M,N),P)	0.0		
O	6.33	0.0	
Q	7.33	9	0.0

Итерация 3: Теперь наименьшая дистанция наблюдается между MNP и O, поэтому эти таксоны объединяются в кластер более высокого порядка (((M,N),P),O) с относительным возрастом 3.17. И снова рассчитывается новая матрица, как было указано выше. Результат приведен в таблице ниже.

Таксоны	(((M,N),P),O)	Q
(((M,N),P),O)	0.0	
Q	7.75	0.0

Итерация 4: теперь оставшиеся два кластера объединяются в новый кластер более высокого порядка (((((M,N),P),O),Q), относительный возраст которого составляет 3.88.

Задача. Основываясь на приведенном выше примере, рассчитайте матрицу попарных дистанций основываясь на матрице признаков, приведенной в таблице внизу. Дистанция между двумя видами рассчитывается как число признаков, по которым два вида различаются между собой (число 1 означает что признак присутствует, 0 – что отсутствует). (15 б)

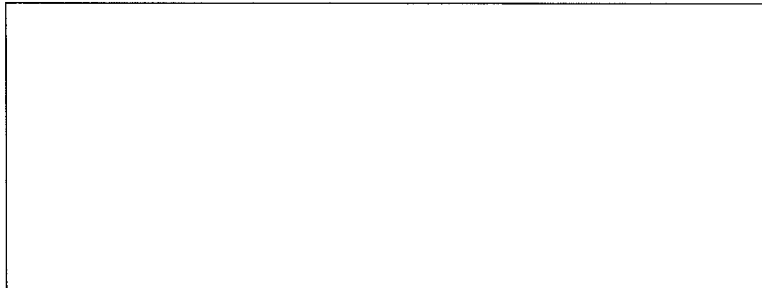
22. Филогенетическое дерево показывает историю процесса дивергенций видов от общих предков. Представим, что вы сравниваете первые 30 аминокислот альфа субъединицы гемоглобина 5 разных видов. Различия в аминокислотных остатках показаны в таблице ниже. (4 б)

	Человек	Лягушка	Куропатка	Синий кит	Семга
Человек	0	?	11	8	17
Лягушка		0	?	17	20
Куропатка			0	?	20
Синий кит				0	?
Семга					0

А. Основываясь на информации в таблице определите степень различия в аминокислотных остатках между следующими видами. (1 б)

1. Человек-Лягушка
2. Лягушка-Куропатка
3. Куропатка-Синий кит
4. Синий кит-Семга

Б. Нарисуйте филогенетическое дерево и расположите все виды, указанные в таблице (2б)



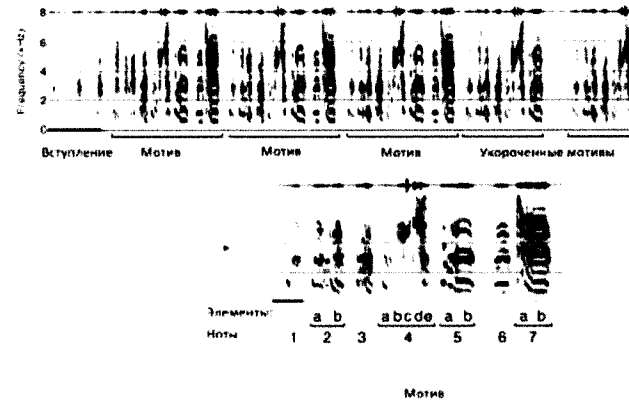
В. Определите 2 вида с наибольшей родственностью друг к другу. (1 балл)

Экология и этология.

23. Репертуар песен зебровых амадиин довольно мал, и состоит из 3 до 15 нот, которые в свою очередь могут состоять из элементов. Каждая песня начинается с серии идентичных повторных вступительных нот, за которыми следует одно или несколько повторений «мотивов» (могут быть укороченными), состоящих из большинства или всего репертуара музыкальных нот, поставленных в фиксированной последовательности.

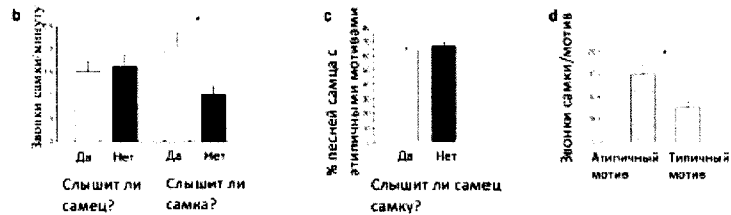
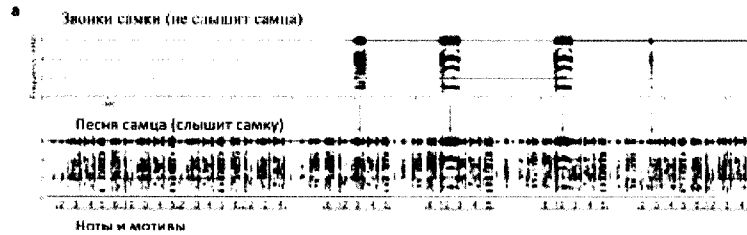


Кристаллизованное пение взрослых самцов птиц имеет две хорошо документированные функции - оборону территории и привлечение самок. Эти функции развились специально чтобы влиять на поведение слушателей, поэтому неудивительно, что поведение слушателей, в свою очередь, влияет на работу исполнителей песни. Визуальное и слуховое присутствие, а также пол влияет на амплитуду (frequency) и темп передачи песен. Пение зебровых амадиин мужского пола регулирует амплитуду своих песен в зависимости от социального контекста.



В одном эксперименте, самец и самка зебровой амадиин были помещены так, чтобы они могли видеть, но не слышали друг друга через перегородку, а экспериментатор контролировал, какая из птиц могла слышать другую, включая колонки (спикер) на противоположной стороне перегородки. Самки зебровых амадиин не поют, но издают

короткие звуки – звонки. На рисунке (а) самка не могла слышать самца, но вокализации самки воспроизводились у самца. Мотивы и ноты обозначаются, соответственно, полосками (нижние скобки) и цифрами под сонограммой песни самца (звонки не нумеруются). На рисунках (b), (c) и (d) показаны результаты при разных условиях эксперимента.



Опираясь на вышеизложенную информацию, отметьте следующие суждения (1.1-1.10) как верные или не верные. (7 баллов)

Баллы будут присуждаться только в том случае если вы ответите правильно на как минимум 4 вопроса (4 правильных ответа – 1 балл, 5 – 2 балла, 6 – 3 балла, 7 – 4 балла, 8 – 5 баллов и тд.)

1. Ноты в мотивах не повторяются
2. Ноты звонков самок звучат в песнях самцов
3. До того, как самец услышал звонок самки, он исполнил песню из повторяющихся пяти-нотных мотивов
4. Когда самец слышал самку, существенно изменилось количество нетипичных мотивов, которые он пел
5. И самец, и самка могут петь и звать, соответственно, в независимости от того слышат они друг от друга или нет
6. Самка, которую слышит самец, будет звать существенно чаще
7. Самка зовет в два раза чаще если она слышит пение самца
8. Мотив – [6-1-2-3-4-5] начинает звучать больше в песнях самца, если он слышит самку

9. Самцу нужно спеть 15 атипичных мотивов для того что бы вызвать звонок самки
10. В результате эксперимента выяснилось, что пение самцов влияет на звонки самок а звонки самок не существенно влияют на пение самцов

Из эксперимента ясно, что самки лучше реагируют на атипичные мотивы в песнях самцов. Предположим, что состав среднестатистической песни самца состоит из девяти мотивов может включать в себя три атипичных мотива (только три). Рисунок (а) служит примером песен самца с атипичными мотивами. Используя данные с графиков выше, определите:

А. Сколько песен с атипичными мотивами нужно спеть самцу, чтобы вызвать три звонка самки? (1 б)

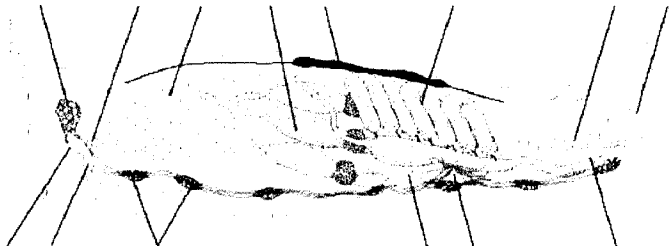
Б. Сколько песен с типичными мотивами нужно спеть самцу, чтобы вызвать 1 звонок самки? (1 б)

В. Если самец поет 300 песен в час, то сколько типичных и атипичных мотивов он поет в это время? (3 балла)

Г. Посчитайте, сколько раз, в среднем, будет звать самка каждую минуту, если она слышит самца с предыдущего вопроса (вопрос В). (3 б)

Биосистематика

24. Перед вами внутреннее строение кузнечика. Обозначьте его органы и структуры буквами с таблицы. (7 баллов)



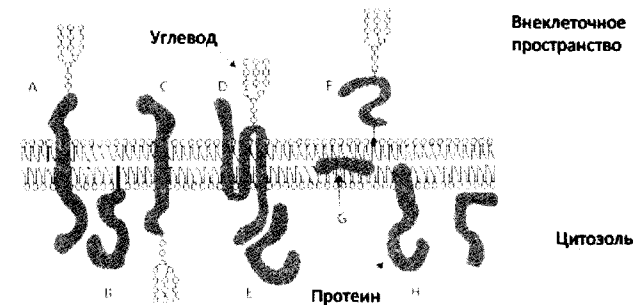
A	Сердце	J	Пищевод
B	Глаз	K	Зоб
C	Мозг	L	Средняя кишка
D	Прямая кишка	M	Анус
E	Мальпигиевые сосуды	N	Пилорические придатки
F	Рот	O	Брюшная нервная цепочка
G	Ганглии	P	Яичники
H	Семенники	Q	Трахеи
I	Семяприемник	R	Почки

II ТУР

10-11 КЛАСС

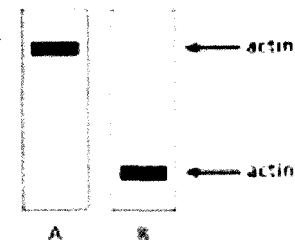
Клеточная и молекулярная биология

1. Известно, что клеточная мембрана состоит из множества интегральных и периферических белков. Расположение мембранных белков крайне важно для правильного функционирования. Основываясь на рисунок внизу, определите верные и неверные суждения.



- А. Белки А, В, D, E, F и I встречаются на биологических мембранах.
- Б. Белок С не встречается в нормальных (здоровых) клетках.
- В. Белки G и H еще не встречались на мембранах и теоретически маловероятны.
- Г. Белок А переворачивается на 180° чаще, чем белок F.

2. Вы вывели моноклональное антитело, которое специфично к актину. Для того чтобы убедиться, что ваше антитело специфично только к актину и не соединяется с другими белками клетки (кросс-реакция), вы решили попробовать вестерн блот. Для вестерн блота клетки были лизированы и все клеточные белки были подвержены двум видам электрофореза: неденатурирующий (Рис А) и денатурирующий (Рис В). Основываясь на рисунок отметьте правильные и неправильные суждения.



- А. Данное моноклональное антитело кросс-реагирует с другим белком, у которого молекулярный вес больше, чем у актина.
- Б. Данное моноклональное антитело не кросс-реагирует с другими белками клетки.

- В. Данное моноклональное антитело кросс-реагирует с другим белком, так как в денатурирующей среде актин разлагается на аминокислоты.
 Г. Молекулярный вес актина в рисунке А меньше, чем молекулярный вес актина в рисунке В.

3. Определите суждения как правильные или неправильные

- А. Цитоскелет клетки состоит из трех видов филаментов.
 Б. Бактериальный цитоскелет играет важную роль в клеточном делении и сегрегации ДНК.
 В. Белковые мономеры, соединенные друг с другом ковалентной связью, образуют филаменты цитоскелета.
 Г. Цитоскелет клетки может изменяться в зависимости от воздействия среды.

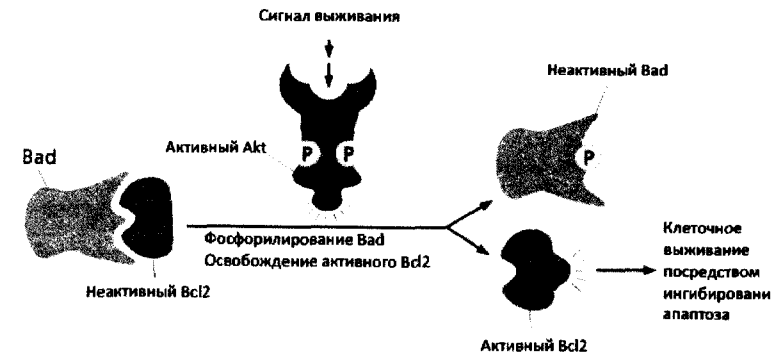
4. Клеточные линии А и Б могут жить в среде содержащую сыворотку, но не способны к пролиферации. Фактор F стимулирует пролиферацию клеточной линии А. Клеточная линия А, в свою очередь, имеет рецептор R, который отсутствует в клеточной линии Б. Чтобы проверить роль рецептора R, рецепторный белок был экспрессирован в клеточной линии Б и протестирован в присутствии сыворотки на ответ фактору F. Результаты показаны ниже в таблице.

Клеточная линия	Фактор F	Клеточный ответ
А	-	Нет пролиферации
А	+	Пролиферация
Б	-	Нет пролиферации
Б	+	Нет пролиферации
Б+рецептор R	-	Пролиферация
Б+рецептор R	+	Пролиферация

Исходя из данных в таблице определите правильные и неправильные суждения

- А. Прикрепление фактора F к своему рецептору является обязательным для пролиферации клеточной линии А.
 Б. Связывания рецептора R с фактором F вызывает пролиферацию клеточной линии А.
 В. Клеточная линия А экспрессирует рецептор для фактора F.
 Г. Фактор F не участвует в пролиферации клеточной линии Б.

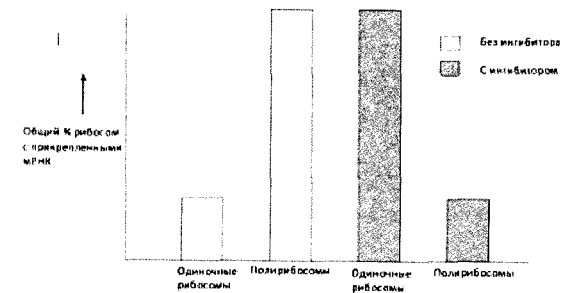
5. Akt является киназным белком, который стимулирует выживаемость клеток. Akt активируется по внутриклеточному сигнальному пути, который берет начало у тирозин киназного рецептора. Ниже, вам представлена диаграмма, где показаны основные детали функционирования Akt в сигнальных путях.



Отметьте нижеследующие суждения как верные и неверные.

- А. В присутствии сигнала выживания, Akt локализуется на плазматической мембране прикрепившись к инозитол-1,4,5-трифосфат (PIP₃).
 Б. В отсутствии сигнала выживания, Bad ингибирует ингибиторный белок клеточной смерти Bcl-2.
 В. В присутствии сигнала выживания, ингибитор клеточной смерти Bcl-2 является активным.
 Г. В отсутствии сигнала выживания, белок Bad является фосфорилированным.

6. Вы обнаружили белок, который ингибирует трансляцию. Вы добавили этот ингибитор в смесь, способную транслировать человеческую мРНК и центрифугировали смесь для отделения полирибосом и отдельных рибосом. Вы получаете результаты, показанные на рисунке. Какое из следующих суждений является верным?

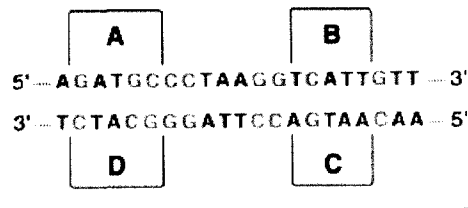


- А. Белок связывается с малой субъединицей рибосомы и увеличивает скорость инициации трансляции.
 Б. Белок связывается с последовательностями в 5'-конце мРНК и ингибирует скорость инициации трансляции.
 В. Белок связывается с большой субъединицей рибосомы и замедляет удлинение полипептидной цепи.
 Г. Белок связывается с последовательностями в 3'-конце мРНК и предотвращает прекращение трансляции.

7. Укажите, являются ли приведенные ниже утверждения верными или неверными.

- А. Облегченная диффузия может быть описана как перемещение одного растворенного вещества вниз по его градиенту концентрации в сочетании с движением второго растворенного вещества против его градиента концентрации.
 Б. Транспортёры подвергаются переходам между различными конформациями, в зависимости от того, связан ли лиганд с рецепторным карманом или нет.
 В. Электрохимический градиент для K^+ через плазматическую мембрану является низким. Поэтому любое перемещение K^+ наружу клетки осуществляется исключительно за счет его градиента концентрации.
 Г. Общий отрицательный заряд на цитозольной стороне мембраны увеличивает скорость транспорта глюкозы в клетку с помощью унипортера.

8. Какая(ие) область(и) (от А до D) показанных участков ДНК могла(и) бы служить матрицей для транскрипции области мРНК, которая содержит начальный кодон для трансляции белка состоящего из 300 аминокислот? Отметьте отметкой верно подходящие участки ДНК и неверно неподходящие участки.



- А. А
 Б. В
 В. С
 Г. D

9. Определите суждения как верные (В) или неверные (НВ)

А. Замена молекулы гуанина на цитозин – пример транзиции

Б. Можно сказать, что на 5' конце фрагмента Оказаки находится РНК, а на 3' конце ДН
 В. Если при репликации, остановить всю лигазную активность, то брешь будет накапливаться на отстающей цепи
 Г. 5'-3' экзонуклеазная активность ДНК полимеразы I убирает молекулы ДНК с отстающей цепи

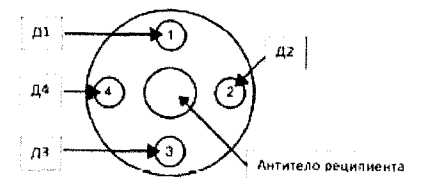
10. Вы исследуете мутагенную (индуцирующую обратную мутацию) способность некоторых веществ (X и Y). Для этого вы взяли культуру ауксотрофных бактерий (Гис⁻) способных к росту без гистидина в среде и поделили на три aliquоты (A1, A2 и A3). Затем сделали следующее:

- I. A1 смешали с 1 мл воды, инкубировали один час и посеяли на чашку Петри (P) без гистидина
 II. A2 смешали с 1мл раствора вещества X, инкубировали один час и посеяли на чашку Петри (Q) без гистидина
 III. A3 смешали с 1мл раствора вещества Y, инкубировали один час и посеяли на чашку Петри (R) без гистидина

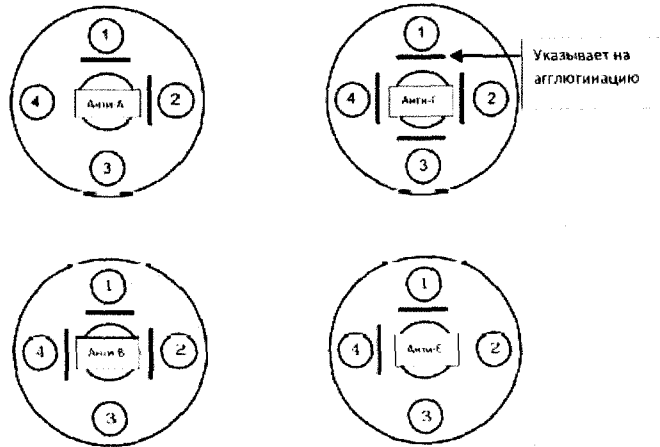
На следующий день Вы посчитали количество колоний на каждой чашке. Если учитывать что вещество X- сильный мутаген, а вещество Y- слабый, то какие результаты вы бы обнаружили? Отметьте ниже следующие утверждения как верные (В) или неверные (НВ)

- А. Большинство бактерий на чашке Q погибли из-за мутагена X. Некоторые бактерии погибли на чашке R из-за мутагена. А чашка P дает возможность узнать сколько бы бактерий выросло, если бы не было мутагена.
 Б. Количественное соотношение колоний бактерий в чашках Петри равно: $P > R > Q$
 В. Количественное соотношение колоний бактерий в чашках Петри равно: $Q > R > P$
 Г. Чашки Q и R будут иметь больше гис⁻ колоний, чем в чашке P
 Д. Колоний много на чашке P, но они отсутствуют на чашке Q. На чашке R есть пару колоний, хотя они постепенно умирают.

11. Вы исследуете потенциальное использование органа для донорства. Вам нужно проверить реакцию смеси белков из экстрактов от 4-ех разных донорских органов с антителами реципиента. Вы отобрали 4 разных антитела (анти-А, анти-В, анти-С, анти-Е), которые встречаются у реципиента и поместили посередине чашки Петри с агарозным гелем. В четырех местах вы добавили экстракты смеси белков от 4-ех разных доноров (Д1, Д2, Д3, Д4). Рисунок внизу иллюстрирует вышесказанное.



Вы получили результаты, и они показаны внизу. Линия указывает на агглютинацию между антителом и белком. Основываясь на результатах, определите суждения как верные или неверные.



- А. Смесь от Д4 содержит белок А.
 Б. Смеси от Д2 и Д3 содержат одинаковые белки.
 В. Д3 является относительно хорошим потенциальным донором для этого реципиента.
 Г. У Д4 есть все белки, кроме белка Е.

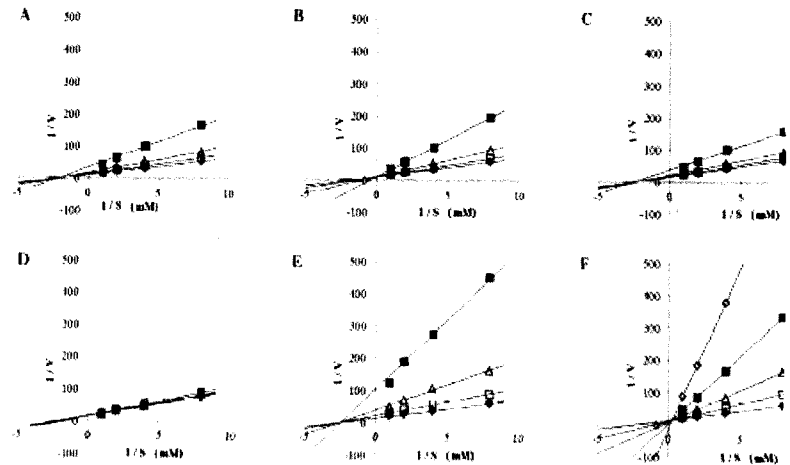
12. Вы исследуете новую лак-оперонную модель. В таблице внизу даны генотипы, где Р- промотер, О- оператор, S - структурные гены, продукты генов X и Y участвуют в регуляции оперона. Транскрипция генов индуцируется молекулой А. Структурные гены (ферменты)-S, помогают в метаболизме молекулы X. Основываясь на ваши знания о лак-опероне и на информации данную ниже, отметьте суждения как верные или неверные.

Генотип	При наличие молекулы А	При отсутствие молекулы А
$P^+O^+S^+XY^+$	Ферменты образуются	Ферменты не образуются
$P^+O^+S^+XY^-$	Ферменты образуются	Ферменты образуются
$P^+O^+S^-XY^+$	Ферменты не образуются	Ферменты не образуются
$P^+O^+S^+XY^+$	Ферменты образуются	Ферменты образуются
$P^+O^+S^+XY^-$	Ферменты образуются	Ферменты образуются
$P^+O^+S^+XY^+FX^+$	Ферменты не образуются	Ферменты не образуются
$P^+O^+S^+XY^+FY^+$	Ферменты образуются	Ферменты образуются
$P^+O^+S^+XY^+FX^+FY^+$	Ферменты образуются	Ферменты не образуются

- А. Продукт гена X не является репрессором.

- Б. Продукт гена X связывается с Y, тем самым снимает репрессию.
 В. Молекула А индуцирует экспрессию генов S, связываясь с Y.
 Г. У организма с генотипом $P^+O^+S^+XY^+FX^+FY^+$ транскрипция структурных генов происходила бы в присутствии молекулы А, но не происходила бы при отсутствии молекулы А.

13. После приема пищи углеводы преобразуются в глюкозу несколькими ферментами. Среди них α -глюкозидаза продуцируется кишечными клетками и расщепляет гликозидные связи в олигосахаридах на последней стадии гидролиза. Глюкоза является основным компонентом сахара в крови. Таким образом, α -глюкозидаза может быть идеальной мишенью для лечения сахарного диабета 2-го типа. *Cudrania tricuspidata* (СТ) относится к семейству Могасеае и распространена по всей территории Кореи, Японии и Китая. Экстракты СТ содержат многочисленные соединения, которые, как было доказано в результате теста ингибирования α -глюкозидазы, обладают антидиабетическими свойствами. Внизу показаны графики экспериментов ингибирования α -глюкозидазы с использованием пяти экстрактов СТ (А-Е) и акарбозы (F), известного ингибитора α -глюкозидазы. Сравнение ингибирования α -глюкозидазы показаны на графиках Лайнуивера-Берка. Графики формировались на основе уравнения Михаэлиса-Ментен. Используя ваши знания в ферментативной кинетике и опираясь на графики, отметьте суждения как верные или не верные.



Концентрации А-Е (мкг / мл): ■ - 300; △ - 100; □ - 30; ◆ - 0. Концентрации акарбозы (мМ): ◇ - 3; ■ - 0.1; △ - 0.3; □ - 0.1; ◆ - 0.

- А. Ингибитор А является неконкурентным ингибитором и не зависит от концентрации ингибитора.
- Б. Ингибиторы В и D являются конкурентными
- В. Самым сильным ингибитором оказался Е.
- Г. Арабоза является бесконкурентным ингибитором

Анатомия и физиология животных

14-15. У человека регуляция выделения соляной кислоты происходит в нескольких фазах. Первая это цефалическая или рефлекторная стимулируется видением, восприятием запаха еды. Вторая это желудочная фаза, где основную стимулирующую роль играет растяжение стенки желудка. Есть еще и третья, но не указана здесь. Регуляция выделения HCl осуществляется посредством автономной и гуморальной систем. Внизу схематически указаны первые две фазы (Рисунок 1А). Дополнительно показаны анатомическое расположения главных и париетальных клеток (Рисунок 1Б).

Иногда для лечения ожирения прибегают к хирургическим методам, как удаление части желудка и/или ваготомия (разрез блуждающего нерва непосредственно рядом с желудком). Есть еще и лекарства, которые являются антагонистами рецепторов и способны блокировать синтез тех или иных веществ. В таблице 1 указаны 7 разных пациентов с различными уровнями разреза блуждающего нерва (X,Y,Z), наличием блокады лекарством и удалением части желудка (Рисунок 1Б, разрез части ограниченной линиями W-----W). На рисунке 1Б есть допущение, что клетки специфически локализованы в указанных частях желудка, то есть париетальные только в верхней, главные только в средней и G-клетки только в нижней области. Нижеследующие суждения относятся к процессу регуляции выделения желудочного сока. Опираясь на рисунки А и Б отметьте суждения в вопросах 13 и 14 как Верные или Неверные.

Рисунок 1А:

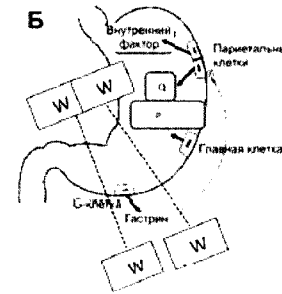
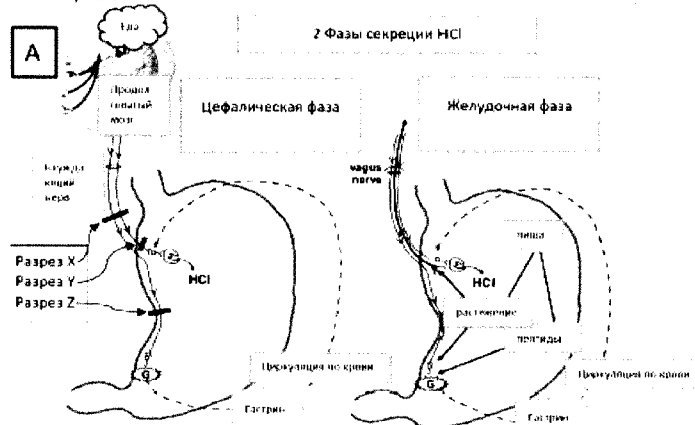
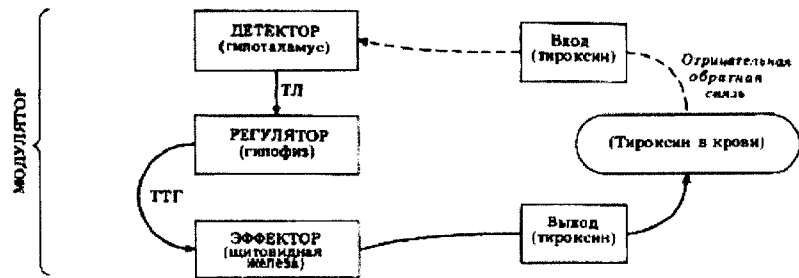


Таблица 1.

Пациент	Разрез X	Разрез Y	Разрез Z	Блокада синтеза гастрина лекарством	Удален W-----W
1	+	-	-	-	-
2	-	+	-	-	-
3	-	-	+	-	-
4	-	-	-	+	-
5	-	+	-	+	-
6	-	-	-	-	+
7	-	+	-	-	+

- 14.
 - А. У пациента 1 будет наблюдаться большее уменьшение секреции HCl, чем у пациента 6 в цефалической фазе.
 - Б. Выделение HCl в цефалической фазе у пациентов 2 будет меньше, чем у пациента 3, так как у пациента 3 функционирует обходной путь достижения клетки секретирующей HCl.
 - В. Пациенты 3 и 4 скорее всего не будут иметь одинаковый уровень выделения HCl в цефалической фазе.
 - Г. Выделение HCl в цефалической фазе у пациентов 5, 6 и 7 будет одинаковым, так как у 6 и 7 отсутствует одинаковый участок желудка, а у 5 синтез гастрина блокирован лекарством, что функционально схоже с удалением W-----W
- 15.
 - А. Вещество P выделяется функционально активным (главными клетками), что ускоряет процесс переваривания.
 - Б. Вещество Q способствует уменьшению pH, что необходимо для функций некоторых ферментов.
 - В. Если убрать верхний участок на уровне париетальных клеток, с их потерей клеток больше 70%, то всасывание витамина B₁₂ в кишечнике уменьшится.
 - Г. Симпатическая система усиливает функцию пищеварения, так как она обычно ускоряет, усиливает большинство систем органов.

16. Гомеостаз является важным регуляторным механизмом поддержания постоянства внутренней среды. Два важных механизма посредством которого организм регулирует процессы являются положительная и негативная обратные связи. Внизу вам показана схема регуляции на примере гормона тироксина. Отметьте суждения о гомеостазе гормонов как Верные или Неверные.



- А. Концентрация тирокина в крови увеличивается в ответ на уменьшение температуры тела.
 Б. Эффекторным органом экскреции, который уменьшает концентрацию глюкозы в крови, когда она увеличивается, являются альфа-клетки поджелудочной железы.
 В. Гиповолемия (уменьшение жидкости в организме) является стимулом для синтеза и выхода вазопрессина в задней доле гипофиза.
 Г. У индивидуума с атрофией коркового вещества надпочечника (с полным отсутствием функциональной активности) при хроническом стрессе, уровень АКТГ будет увеличенным.

17. На Республиканской олимпиаде по биологии в прошлом году вашему другу попался интересный вопрос, и он захотел проверить ваши знания и спрашивает у вас тот вопрос. Суть вопроса в том, что ему дали таблицу 2, где были указаны способы потери и притока воды у двух разных млекопитающих, какие именно он уже не помнит, но таблицу он записал и сейчас она представлена внизу. Определите суждения как Верные или неверные и покажите другу, что вы хорошо подготовлены к олимпиаде.

Приход воды	Животное 1		Животное 2	
	Мл/день	% от всего	Мл/день	% от всего
Питье	0	0	1500	60
С едой	6	10	750	30
Метаболизм	54	90	250	10
Потеря воды				
Испарение	43.9	73	900	36
С мочей	13.5	23	1500	60
Фекалий	2.6	4	100	4

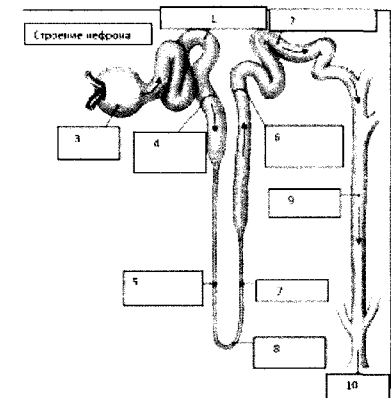
- А. Животное 1 хорошо приспособлено к жизни в засушливом климате.
 Б. У животного 1 потеря воды с мочей хоть и не большая, по сравнению с животным 2, зато моча животного 1 должна быть гипотонической.
 В. У животного 2 скорее всего петля Генле нефрона длинная, поэтому он теряет много воды с мочой.
 Г. Потеря воды с фекалиями не может так сильно отличаться у двух животных, скорее всего ваш друг вместо 10 записал 100 у второго животного

18. Нефрон является функциональной единицей почки. Скорость клубочковой фильтрации (СКФ) один из важных процессов для эффективной функции почек. СКФ зависит от двух факторов: эффективного фильтрационного давления (ЭФД) и коэффициента фильтрации (Кф). И $СКФ = Кф \times ЭФД$. В свою очередь ЭФД зависит от гидростатического и онкотического давления крови и первичной мочи: $ЭФД = P_{гк} - P_{гм} - P_{ок} + P_{ом}$, где $P_{гк}$ -гидростатическое давление крови, $P_{гм}$ - онкотическое давление мочи, $P_{гк}$ - гидростатическое давление крови, $P_{ок}$ - онкотическое давление мочи. В таблице вам даны несколько индивидуумов с разными показателями. Отметьте суждения о физиологии нефрона как верные или неверные.

Индивидуум	Обильная Гидратация	Жажда, дегидратация	Увеличение белков крови	Уменьшение белков крови	Увеличение белков в моче
1	Есть	нет	нет	нет	нет
2	нет	Есть	нет	нет	нет
3	нет	нет	Есть	нет	нет
4	нет	нет	нет	Есть	нет
5	нет	нет	нет	нет	Есть
6	нет	нет	нет	Есть	Есть
7	нет	нет	нет	нет	нет

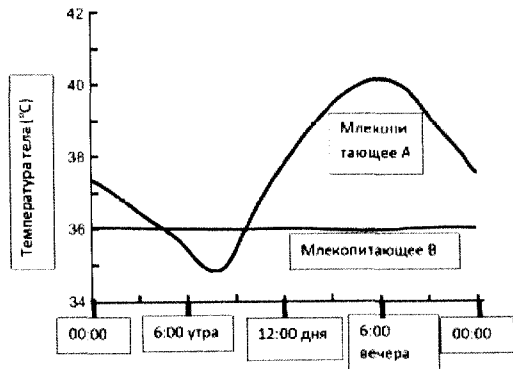
- А. СКФ у индивидуума 1 будет меньше, чем у индивидуума 2, так как обильная гидратация никак не может влиять на СКФ.
 Б. СКФ у индивидуума 6 будет больше, чем у индивидуума 7.
 В. У индивидуума 1 скорее всего будет увеличенная концентрация антидиуритического гормона в крови.
 Г. У индивидуумов 3,4,5 СКФ будет примерно одинаковой.

19. Отметьте суждения касательно рисунка нефрона как верные или неверные. Заметьте, что структура обозначенная 4 это начало структуры 5, а структура 6 это завершение структуры 7.



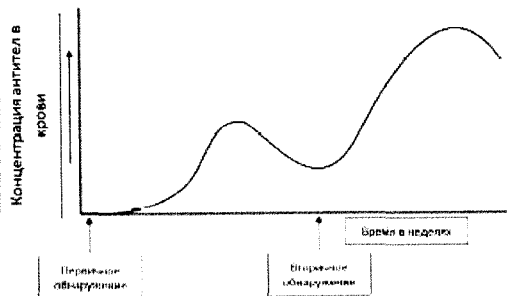
- А. В структуре 1 происходит почти 100% реабсорбции аминокислот, глюкозы и примерно 2/3 $NaCl$.
 Б. Основная работа в концентрировании мочи осуществляется корковыми нефронами и структуры 7 активно задействована в этом.
 В. Альдостерон усиливает реабсорбцию K^+ и Na^+ посредством действия на структуру 2.
 Г. Ионы натрия, выкачиваются из структуры 5, что приводит к повышению осмотического давления в интерстиции и к выходу в него воды из структуры 7.

20. Температура тела 2 млекопитающих (А и В) была записана в течение 24 часов. Средняя температура в дневное время (с 6 утра до 6 вечера) была 40°C и средняя температура в ночное время (с 6 вечера до 6 утра) была 20°C. Внизу вам показан график колебания температуры тела у двух млекопитающих. Отметьте суждения как верные или неверные.



- А. Млекопитающее А будет получать тепло посредством кондукции в период от 00:00 до 6:00 утра.
- Б. Млекопитающее В будет терять тепло посредством потоотделения в период от 00:00 до 6:00 утра.
- В. Одной из адаптации к сохранению тепла у млекопитающих живущих в холодном климате могло бы быть свертывание в клубок.
- Г. В 12:00 дня млекопитающее А получает тепло посредством радиации.

21. График снизу показывает уровень антител в крови, после того как человек дважды подвергся одному и тому же патогену. Отметьте суждения как верные или неверные.



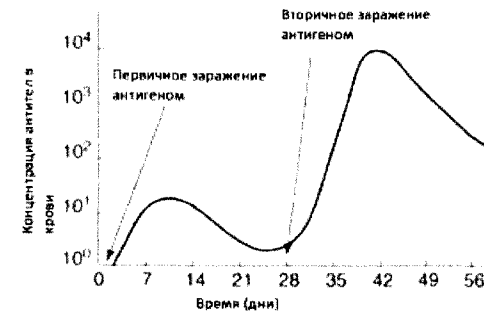
А. Можно сказать, что человек имеет иммунодефицит, так как вторая волна появления антител была очень запоздалой.

Б. Можно сказать, что вирулентность патогена увеличилась после первого взаимодействия с иммунной системой человека.

В. Антитела образовывались только после вторичного заражения патогеном.

Г. В-клетки памяти против данного патогена находились в организме человека во время второго заражения.

22. Основываясь на диаграмме, на которой показаны количества произведенных антител при вирусной инфекции, определите правильные и неправильные суждения.



А. В-клетки образуют эффекторные клетки в промежутке 0-7 дней после инфекции.

Б. Клетки памяти образуются только в промежутке 0-7 дней.

В. Антитела образуются в промежутке 28-35 дней.

Г. Антитела образуются в промежутке 0-7 и 28-35 дней.

Анатомия и физиология растений

23. Отметьте суждения ниже как правильные и неправильные

А. Тотипотентные клетки могут дать начало целому организму у растений.

Б. Растительные клетки способны к дифференциации, потому что цитоскелет определяет какие гены будут включены, а какие выключены.

В. Первичный и вторичный рост чередуются в жизненном цикле растений.

Г. Клетки, производные латеральной меристемы, являются частью вторичных тканей.

24. Отметьте суждения ниже как правильные и неправильные

А. С3 фотосинтез является адаптацией для жизни на суше так как предками наземных растений являются водные водоросли.

Б. Растения, обработанные фунгицидами, могут приобрести дефицит в минералах, из-за уничтожения микоризы.

В. Протонный насос имеет меньшее влияние на осмос в растениях, чем рецепторные белки на мембранах.

Г. Количество и направление движения воды в растениях можно предугадать, измеряя водный потенциал (ψ)

25. Отметьте суждения ниже как правильные и неправильные

А. Транспирация является ключевым фактором в движении воды вверх по стеблю.

Б. Когезия воды и движение вверх по сосудам показывает возбудимость ксилемных клеток.

В. Когезия представляет тенденцию водных молекул держаться друг за друга посредством водородных связей.

Г. Физические силы в капиллярных клетках ксилемы извлекают воду от гравитационного притяжения.

26. Отметьте суждения ниже как правильные и неправильные

А. Наибольший эффект на быстрый приток воды к листьям растений оказывают теплые и сухие погодные условия.

Б. Положительными воздействиями транспирации являются транспорт минералов, охлаждение за счет испарения воды и увеличение тургора.

В. Недостаток ионов калия в замыкающих клетках устьиц и в окружающих эпидермальных клетках приводит к закрытию устьиц и уменьшению флоэмного транспорта.

Г. Устьица открываются при движении ионов калия в замыкающие клетки.

27. Отметьте суждения ниже как правильные и неправильные

А. Апопласт является продолжением цитоплазмы, соединенной плазмодесмами. Симпласт является продолжением клеточной стенки и внеклеточного пространства.

Б. Загрузка органических веществ во флоэму и их разгрузка в корневой системе поддерживает разницу в давлении, которая в свою очередь поддерживает поток флоэмного сока по ситовидным клеткам.

В. Ксилемные клетки имеют способность к возбуждению и передаче электрических сигналов очень схожей с нервными клетками.

Г. Вода может пересечь кору через симпластный или апопластный путь, но минералы, движущиеся через апопласт, должны пересечь селективную мембрану эндодермальных клеток.

28. Паренхима может специализироваться в разные функциональные ткани растений. Определите суждения как верные или неверные.

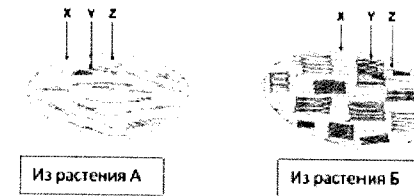
А. При длительном недостатке воды увядание травянистого растения происходит в основном из-за потери тургора паренхимной ткани.

Б. Можно сказать, что губчатая паренхима является одновременно и аэренхимой и хлоренхимой.

В. В аэренхимных тканях есть хорошо развитые межклетники.

Г. Анатомически палисадная паренхима лучше приспособлена для транспирации, нежели губчатая.

29. Ваш коллега изучает два вида растений: один обитает глубоко в лесу на нижних уровнях, второй на поляне. Он выделил хлоропласты, но потерял бумагу, где записывал источник хлоропластов растений. Ваш коллега показывает вам хлоропласты (даны снизу) и просит помощи разобраться. Отметьте суждения о фотосинтезе и хлоропластах как верные или неверные.



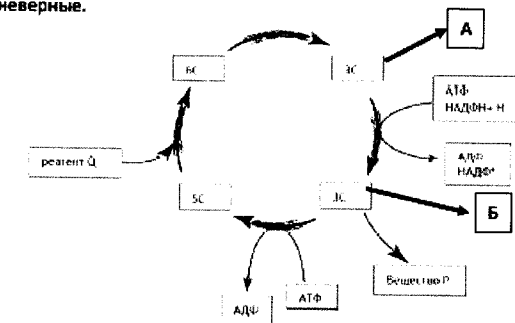
А. Структура Y участвует в световой фазе фотосинтеза, в которой происходит образование АТФ и восстановление НАД⁺.

Б. Растение А живет на поляне, в то время как растение Б живет глубоко в лесу.

В. Обе фотосистемы I и II участвуют в нециклическом фотофосфорилировании.

Г. Первым донором электрона для нециклического фотофосфорилирования является фотосистема I, в то время как для циклического – вода.

30. Внизу вам указана упрощенная схема темновой фазы фотосинтеза. Отметьте суждения как верные или неверные.



А. Эта фаза фотосинтеза проходит в структуре Z указанной в предыдущем вопросе.

Б. Реагентом Q является CO_2 и реакция превращения 5C в 6C называется гидроксимирование, а фермент катализирующий эту реакцию- Рубиско.

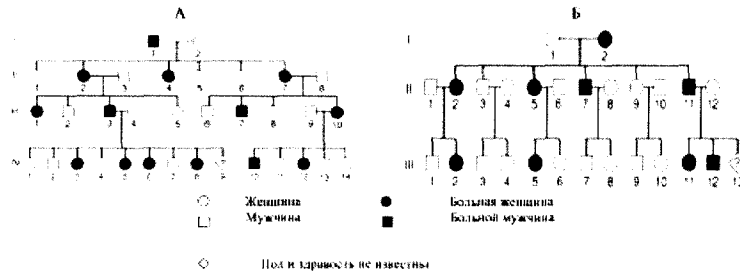
- В. Оба вещества А и Б содержат три атома углерода, но вещество А является углеводом, а во время как вещество Б является спиртом.
 Г. Темновая фаза не зависит от световой фазы и их продуктов, так как не нуждается в фотонах света.

Генетика

31. Ирландские сеттеры могут быть слепыми в результате действия аутосомного рецессивного гена. Пара животных с нормальным зрением дала помет из нескольких щенков, один из которых оказался слепым. Один из зрячих щенят из этого помета должен быть продан для дальнейшего размножения. Отметьте следующие утверждения как верные или неверные.

- А. Один из родителей щенят мог быть гомозиготным по локусу зрения.
 Б. Если предположить, что ген зрения у сеттеров сцеплен с X хромосомой, то отец должен был быть гетерозиготным.
 В. Вероятность того, что проданный щенок гомозиготен по локусу зрения равна 0.33.
 Г. Если в помете 4 щенка, то вероятность того, что как минимум один из них слепой равна 0.16.

32. Изучите генеалогические древа двух семей (А и Б) и отметьте следующие утверждения как верные или неверные.



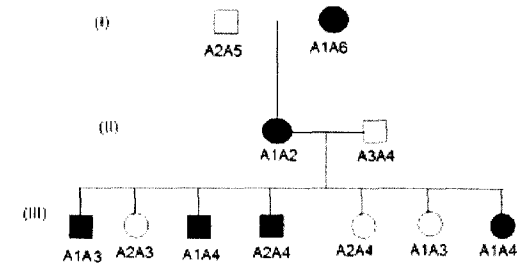
- А. Члены обеих семей страдают аутосомной рецессивной болезнью.
 Б. Вероятность того что человек IV-9 с семьи А – больная женщина – 50%.
 В. Вероятность того что человек III-13 с семьи Б – больной мужчина – 50%.
 Г. Вероятность рождения здорового сына у пары IV-11 с семьи А и III-1 с семьи Б равна 37.5%.

33. Шелковистый мех - это рецессивная черта в породе кошек. Любительский заводчик приобрел 1000 кошек, из которых 160 имеют шелковистый мех. Когда он уезжает в командировку, его жена с радостью продает все 160 кошек за хорошую цену. По

возвращения муж расстроен и не имеет другого выбора, кроме как разводить оставшихся кошек. Отметьте следующие утверждения как верные или не верные.

- А. Начальная частота рецессивного аллеля – 0.16.
 Б. В следующем поколении, 8% кошек будет иметь шелковистый мех.
 В. Новая частота рецессивного аллеля – 0.35.
 Г. Если в следующем поколении будет 1600 кошек, то половина из них будут гетерозиготами.

34. Ниже приведена родословная для семьи с генетическим нарушением (закрашенные символы) и tandemными повторами (VNTR) от A1 до A6, которые находятся вблизи к локусу заболевания. Отметьте следующие утверждения как верные или неверные.



- А. Генетическое нарушение наследуется как рецессивный признак и сцеплен с полом.
 Б. У здорового мужчины (III)-A3A4, ген заболевания вероятней всего сцеплен с A4.
 В. Расстояние между VNTR и локусом заболевания - 28.5 сантиморганид.
 Г. Женщина (III)-A2A4 является носителем гена заболевания, который сцеплен с A2.

35. У Дрозофилы аллель b^+ отвечает за нормальный цвет тела, аллель b за черный. Другой ген контролирует форму крыла. Форма может быть нормальной (vg^+) или рудиментарной (vg). Окраска глаз может быть красной (w^+) или белой (w). Вы скрестили гомозиготную муху дикого типа с мухой с черным телом, рудиментарными крыльями и белыми глазами. Затем потомство спаривали с мухами с черным телом, рудиментарными крыльями и белыми глазами. В F2 наблюдалось следующее соотношение сегрегации:

Фенотип	Количество	Фенотип	Количество
Дикый тип	390	$vg^+ w$	81
w	5	$b vg^+ w$	379
$b w$	85	vg	27
$b vg$	3	b	30

Отметьте следующие утверждения как верные или неверные.

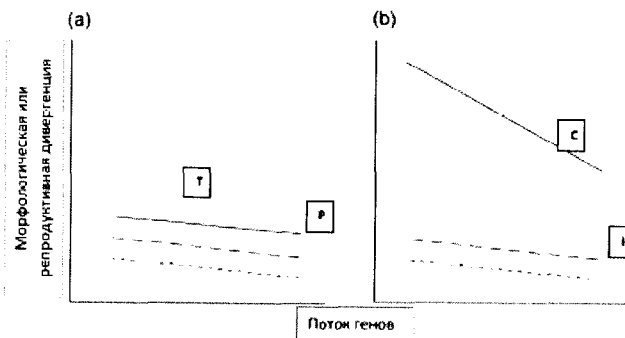
- А. Порядок генов на хромосоме – $b-w-vg$
 Б. Расстояние между $vg-w$ – 6.5 сантиморганид

- В. Расстояние между b - vg – 17,4 сантиморганад
 Г. Коэффициент коинциденции – 0,7

36. В семье, где родители кареглазые, есть пятеро детей. Три дочки, две кареглазые, одна голубоглазая, и два сына, один кареглазый, другой голубоглазый. Сыновья имеют II и IV группы крови, а дочери I и III. Цвет глаз сцеплен с полом. Отметьте следующие утверждения как верные или не верные.
 А. Одна из дочерей в семье неродная
 Б. Ген цвета кожи и группы крови сцеплены
 В. Если мы знаем, что у отца группа крови IV, то дочеренная дочь имеет группу крови I
 Г. Если мать имеет группу крови III, то вероятность рождения еще одного сына с голубыми глазами и II группой крови равна 6,25%

37. Определите суждения об эволюции популяций как верные или неверные.
 А. Численное значение дрейфа генов обратно пропорционально количеству эффективной численности популяций.
 Б. Когда поток генов в популяции неравномерно распределяется в течение длительного времени, создавая подгруппы, то влияние дрейфа генов, селекций и даже мутаций возрастает.
 В. Появление новых родов из имеющихся в популяции видов это пример-микроразвития.
 Г. Одной из причин приводящей к равновесному сцеплению генов может быть генетически сцепление наследование генов.

38. Видообразование зависит от многих факторов, среди которых можно выделить уровень потока генов внутри популяции, репродуктивную и морфологическую дивергенцию. Внизу вам даны графики, показывающие как эти факторы могут взаимодействовать. (а и б, две разные среды обитания для одной и той же популяции, Т-----Р, и С-----Н сравнение видов из популяций в одинаковой среде обитания).



А. На графике а), кривые Т и Р указывают на незначительное влияние окружающей среды на морфологическую дивергенцию.

Б. Можно сказать, что окружающая среда не влияет на морфологическую/ репродуктивную дивергенцию смотря на кривые С и Н.

В. То, что тангенс угла кривых Т и С отличаются и, что тангенс угла кривых Т и Р не сильно отличаются, говорит о том, что окружающая среда влияет на морфологическую/ репродуктивную дивергенцию.

Г. Если бы наблюдалось одинаковое изменение морфологической/ репродуктивной дивергенции на каждую единицу потока генов у кривых Т и С и кривых Т и Р (или/и С и Н), то можно было бы сказать, что основным фактором влияющим на дивергенцию является дрейф генов.

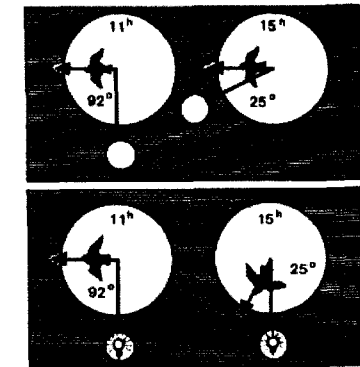
Экология

39. Экосистема определенной территории динамично меняется в зависимости от жизнедеятельности организмов, обитающих там. Вхождение (инвазия) новых видов растений или животных будет отражаться как на доступности ресурсов, так и на всей экосистеме в целом. Внизу вам даны суждения насчет такой инвазии и ее эффект на обитателей. Определите их как Верные или неверные.

- А. Сообщество будет более подвержено инвазии в период максимальной достаточности ресурсов или в период максимального истощения ресурсов.
 Б. Возможность к фотосинтезу, абсорбции воды и минеральных веществ у новых видов растений, внедряемых в сообщество, обычно не лимитирована в пространстве и времени.
 В. Сообщество с более стабильным притоком ресурсов более подвержено к инвазии другими видами, чем сообщество с нестабильным притоком ресурсов.
 Г. Уровень инвазивности увеличивается, когда временной интервал между ресурсо-обогатенным состоянием и состоянием максимального уменьшения ресурсов увеличивается.

Этология

40. В этологическом эксперименте, скворцов обучали летать в одном конкретном кардинальном направлении. Две верхние фигуры показывают угол между их траекториями полета и Солнцем в разное время суток. Также исследовалось направление, в котором летели те же тренированные птицы, когда применялось только искусственное освещение. Результаты эксперимента показаны на рисунках справа. На четырех рисунках основные направления одинаковы.



Основываясь на данных отметьте суждения как верные или неверные.

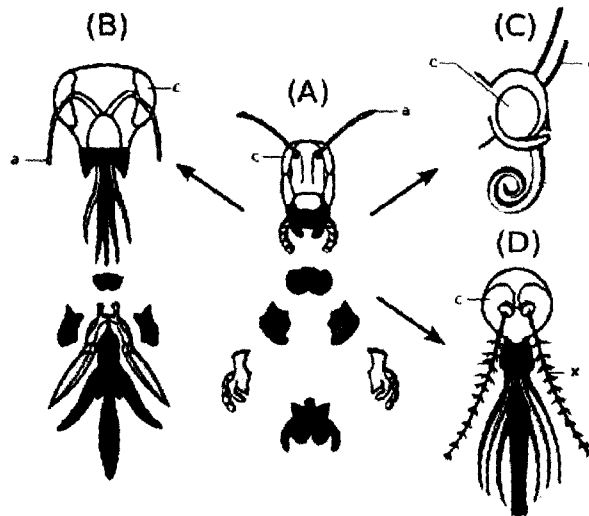
- А. Для обучения данных птиц использовалось оперантное обусловливание
- Б. Скворцы были обучены летать в восточном направлении
- В. При использовании искусственного освещения в 3 часа дня (15 часов) скворец не летал в том направлении, к которому он был приучен.
- Г. В 3 часа дня (15 часов) скворец летит под углом 25 градусов к источнику света.

41. Обозначьте следующие суждения, касающиеся поведения как верные или неверные.

- А. Брачные танцы птиц можно считать примером «Фиксированной формы действия (ФФД)»
- Б. Начавшись, ФФД будет продолжаться до окончания, даже если в среде возникнут изменения, в результате которых это поведение перестанет быть уместным.
- В. Габитуация – это постепенное увеличение ответной реакции как результат продолжающейся или повторяющейся стимуляции.
- Г. Импринтинг осуществляется в строго определённом периоде жизни, и его последствия чаще всего необратимы.

Биосистематика

Схема ротовых аппаратов насекомых. Вопросы 42 и 43.



42. Отметьте следующие суждения как верные или неверные

- А. Ротовые части насекомых представляют результат видоизменения парных конечностей членистоногих
- Б. На рисунке, максиллы представлены зеленой окраской
- В. Ротовой аппарат (D) не имеет мандибул
- Г. Ротовой аппарат бабочек представлен видоизмененными максиллами

43. Отметьте следующие суждения как верные или неверные.

- А. Ротовой аппарат (B) характерен для пчел
- Б. Ротовой аппарат (C) характерен для комаров
- В. Ротовой аппарат (A) называется грызуще-лижущим
- Г. Ротовой аппарат (D) предназначен для приема жидкой пищи