Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Д.В. Фомин, А.Н. Житенев, О.А. Лебедь, В.Л. Дубов,
О.В. Ефимова

ЗАДАНИЯ ФИЗИКО-ИНЖЕНЕРНОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ

Методические указания для организации самостоятельной работы школьников

Благовещенск
Издательство АмГУ
2022

ББК 22.1я721.6
З 15

Рекомендовано
учебно-методическим советом университета

Рецензент:
Меределина Т.А., канд. физ.-мат. наук, доцент, декан физико-математического факультета ФГБОУ ВО БГПУ

Фомин Д.В., Житенев А.Н., Лебедь О.А., Дубов В.Л., Ефимова О.В.

Задания физико-инженерной олимпиады школьников: методические указания для организации самостоятельной работы школьников / Д.В. Фомин, А.Н. Житенев, О.А. Лебедь, В.Л. Дубов, О.В. Ефимова. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2022. – 21 с.

Методические указания предназначены для школьников 9-11 классов общеобразовательных школ. Представлены решения заданий индивидуальных туров физико-инженерной олимпиады школьников, проводившейся на базе Амурского государственного университета.

© Фомин Д. В., Житенев А. Н., Лебедь О. А., Дубов В. Л., Ефимова О. В., авторы
© Амурский государственный университет, 2022

ВВЕДЕНИЕ

Физико-инженерная олимпиада школьников проводится с целью популяризации науки и научных дисциплин, привлечения внимания молодежи к обучению основам разработки новых электронных приборов. Она развивает у школьников интерес к научно-исследовательской деятельности в области физики, в том числе в области физического эксперимента, выявляет талантливых ребят, способных к обучению на инженерно-физическом, энергетическом и факультете математике и информатики Амурского государственного университета, а также проекты школьников, которые возможно продолжить развивать в научно-образовательной среде Амурского государственного университета. Организаторами физико-инженерной олимпиады школьников являются научно-образовательный центр и инженерно-физический факультет Амурского государственного университета. Физико-инженерная олимпиада школьников проводится по следующим направлениям: «Математика», «Физика», «Информатика», а также включает в себя конкурс социально-значимых технических проектов для Приамурья.

Участниками олимпиады могут быть учащиеся 9-11 классов общеобразовательных школ, студенты 1-го курса колледжей в возрасте до 17 лет. Для участия в олимпиаде необходимо в установленный срок подать заявку, содержащую следующие сведения: номер школы, адрес школы; фамилия имя отчество, e-mail и сотовый телефон сопровождающего лица; фамилия имя отчество каждого участника команды (с указанием представляющего проект); название направления индивидуального тура, в котором планирует принять участие каждый представитель команды. К письму с заявкой должна быть прикреплена презентация технического проекта, соответствующая требованиям: проект, представленный в презентации, должен быть нацелен на решение социально-значимых проблем Приамурья, либо технических вопросов сферы малого бизнеса; презентация должна состоять не более чем из 6 слайдов и содержать:

цель, актуальность, сущность и возможность внедрения в Приамурье проекта. Проект может быть представлен 1 человеком или командой до 5 человек.

Физико-инженерная олимпиада включает два этапа. Первый этап (отборочный) проводится в заочной форме. Во время отборочного этапа организационный комитет проводит анализ и отбор презентаций, предоставленных участниками, по следующим критериям: соответствие тематике олимпиады, новизна, актуальность, возможность внедрения, краткость изложения (не более 6 слайдов), соответствие общим правилам оформления презентаций. Организационный комитет определяет победителей отборочного тура и информирует их не позднее, чем за 15 рабочих дней до начала очного тура. Второй этап (заключительный) проводится в очной форме, включает индивидуальный тур и конкурс социально-значимых технических проектов для Приамурья. Индивидуальный тур проводится по каждому направлению отдельно. Направление «Математика» включает задачи разделов «Алгебра» и «Геометрия» 5-11 класса, «Физика» включает задачи общего курса физики 7-11 класса, направление «Информатика» содержит задачи курса информатики 5-11 класса. Участникам олимпиады запрещено использовать: сотовые телефоны и другие средства связи; справочную литературу, за исключением предоставленной членами организационного комитета. Разрешено использовать калькуляторы. Решение каждого задания индивидуального тура оценивается по пятибалльной шкале. Если участник привел несколько решений одного задания, то каждое решение оценивается отдельно.

Конкурс социально-значимых технических проектов для Приамурья заключается в представлении презентации проекта. Для выполнения этого задания должна быть подготовлена презентация, содержащая в себе: цель, актуальность, сущность и возможность внедрения в Приамурье проекта. Выступления участников олимпиады в конкурсе социально-значимых технических проектов для Приамурья оцениваются по 5 балльной шкале по критериям: оригинальность, актуальность, возможность внедрения, простота изложения, наглядность, соответствие регламенту.

Задания индивидуального тура по математике

Задание 1. Решить уравнение: $\sqrt{3}\cos 2x+\sin 2x+2\sin 4x=0$. Сколько корней этого уравнения принадлежат отрезку $\left[-\frac{19\pi}{3};-\frac{13\pi}{3}\right]$?

Решение:

Решим уравнение:

$$\sqrt{3}\cos 2x+\sin 2x+2\sin 4x=0$$

Разделим каждый член этого уравнения на 2, получим:

$$\frac{\sqrt{3}}{2}\cos 2x+\frac{1}{2}\sin 2x+\sin 4x=0$$

Заменим $\frac{\sqrt{3}}{2}$ на $\sin\frac{\pi}{3}$, $\frac{1}{2}$ на $\cos\frac{\pi}{3}$. После замены получим уравнение:

$$\sin\frac{\pi}{3}\cos 2x+\cos\frac{\pi}{3}\sin 2x+\sin 4x=0$$

Используем формулу суммы синусов двух углов:

$$\sin\left(\frac{\pi}{3}+2x\right)+\sin 4x=0$$

$$2\sin\frac{\frac{\pi}{3}+2x+4x}{2}\cos\frac{\frac{\pi}{3}+2x-4x}{2}=0$$

Приведем подобные:

$$2\sin\left(\frac{\pi}{6}+3x\right)\cos\left(\frac{\pi}{6}-x\right)=0$$

$\sin\left(\frac{\pi}{6}+3x\right)=0$ или $\cos\left(x-\frac{\pi}{6}\right)=0$

$3x+\frac{\pi}{3}=\pi n$	$x-\frac{\pi}{6}=\frac{\pi}{2}+\pi k$
$x_1=-\frac{\pi}{9}+\frac{\pi n}{3}$	$x_2=\frac{\pi}{6}+\frac{\pi}{2}+\pi k$
	$x_2=\frac{2\pi}{3}+\pi k$
$n, k \in Z$	

Ответим на вопрос, какие из этих корней принадлежат отрезку $\left[-\frac{19\pi}{3};-\frac{13\pi}{3}\right]$.

Заметим, что $-\frac{13\pi}{3}-\left(-\frac{19\pi}{3}\right)=2\pi$, то есть полный круг. Корень x_1на круге встретится 6 раз, так как повторяется каждые $\frac{\pi}{3}$. Корень x_2 встретится дважды, так как повторяется через π. Проверим, не могут ли они совпасть при каких-либоn и k.

$$-\frac{\pi}{9}+\frac{\pi n}{3}=\frac{2\pi}{3}+\pi k$$

Разделим каждый член уравнения на π и приведем подобные:

$$\frac{n}{3}-k=\frac{7}{9}$$

Умножим каждый член уравнения на 3:

$$n-3k=\frac{7}{3}$$

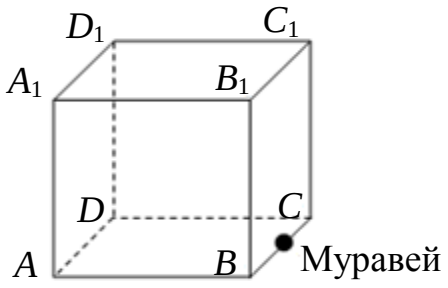
Слева будет целое число при любых n и k, а справа дробь, такое невозможно, следовательно, совпадений нет.

Ответ: корни уравнения $-\frac{\pi}{9}+\frac{\pi n}{3}$; $\frac{2\pi}{3}+\pi k$, $n, k\epsilon Z$, 8 корней принадлежат отрезку $\left[-\frac{19\pi}{3}; -\frac{13\pi}{3}\right]$.

Задание 2. В емкости, имеющей форму куба $ABCDA_1B_1C_1D_1$ без крышки, на дне в точке A находится капля меда. Снаружи, ровно посередине ребра BC сидит муравей. Какой путь проделает муравей до капли, если будет ползти по поверхности емкости кратчайшим путем? Размерами муравья и капли пренебречь. Сторону куба считать равной 2.

Решение:

Введем обозначения: A, B, C, D – вершины дна внутри куба; A_1, B_1, C_1, D_1 – вершины дна снаружи куба. Сделаем чертеж:



Построим развертку куба (**рис. 1**) и найдем расстояния:

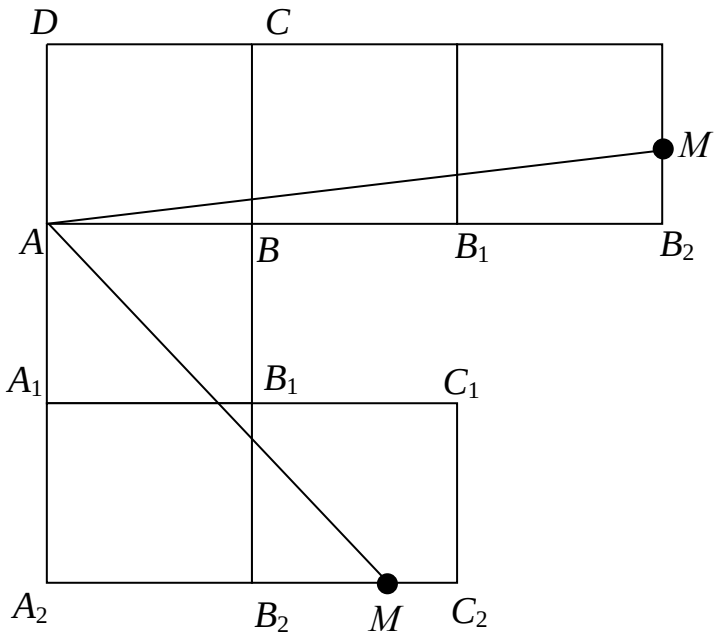


Рисунок 1 – Развертка куба

По теореме Пифагора$AM = \sqrt{(3 \cdot 2)^2 + 1^2} = \sqrt{37}$.

Или другой путь$AM=\sqrt{(2\cdot 2)^2+(2+1)^2}=5$

$$5<\sqrt{37}$$

Ответ: 5.

Задание 3. На **рисунке 2** изображены три квадрата. Найти сумму углов $\angle BAE + \angle CAE + \angle DAE$. Ответ дать в градусах.

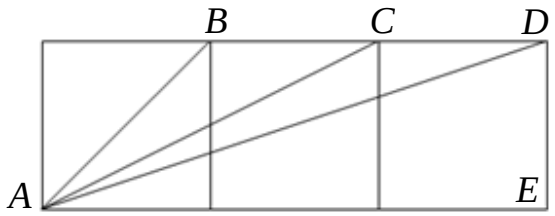


Рисунок 2 – Квадраты

<u>*Решение:*</u>

Очевидно, что $\angle BAE = 45^0$, $\angle CAE = arctg\frac{1}{2}$, $\angle DAE = arctg\frac{1}{3}$.

Найдем $tg(\angle CAE+\angle DAE)=tg(\alpha+\beta)=\frac{tg\,\alpha+tg\,\beta}{1-tg\,\alpha\cdot tg\,\beta}=\frac{\frac{1}{2}+\frac{1}{3}}{1-\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3}}=\frac{\frac{5}{6}}{\frac{5}{6}}=1$.

Следовательно, $\angle CAE+\angle DAE=45^0$, то есть $\angle BAE+\angle CAE+\angle DAE=45^0+45^0=90^0$.

Ответ: $\angle BAE+\angle CAE+\angle DAE=90^0$

Задание 4. Найти все значения параметра a, при каждом из которых уравнение $\left|4\cos\left(x^2-\frac{\pi}{3}\right)+3\right|=a^2-2$ имеет множество решений.

<u>*Решение:*</u>

Рассмотрим две функции $y_1=\left|4\cos\left(x^2-\frac{\pi}{3}\right)+3\right|$ и $y_2=a^2-2$. Функция $y_2=a^2-2$ – прямая. В функции y_1, $\cos\left(x^2-\frac{\pi}{3}\right)\in[-1;1]$, тогда значения $4\cos\left(x^2-\frac{\pi}{3}\right)+3\in[-1;7]$. Применяя знак модуля, получим: $\left|4\cos\left(x^2-\frac{\pi}{3}\right)+3\right|\in[0;7]$.

Если на этой же высоте пройдет y_2, то в силу периодичности функции y_1 будет бесконечное число пересечений:

$$0\le a^2-2\le 7$$

$$2\le a^2\le 9$$

$$\sqrt{2}\le|a|\le 3$$

Ответ: $[-3;-\sqrt{2}]\cup[\sqrt{2};3]$.

Задание 5. Найти все значения a, при каждом из которых, сумма квадратов чисел, составляющих решение системы $\begin{cases}3x-y=2-a\\x+2y=a+1\end{cases}$, будет наименьшей.

<u>*Решение:*</u>

Из первого уравнения системы выразим y: $y=3x-2+a$. Подставим его во второе уравнение системы и найдем x:

$$x+2(3x-2+a)=a+1$$

$$7x=5-a$$

$$x=\frac{5-a}{7}$$

Тогда $y=3\frac{(5-a)}{7}-2+a=\frac{1+4a}{7}$

Составим функцию: $f(a)=x^2+y^2=\left(\frac{5-a}{7}\right)^2+\left(\frac{1+4a}{7}\right)^2$. Откроем скобки и приведем подобные, получим:

$$f(a)=\frac{1}{49}\left(17a^2-2a+26\right)$$

Графиком данной функции является парабола, ветви которой направлены вверх, значит, наименьшего значения функция достигает в своей вершине:

$$a_0=-\left(-\frac{2}{49}\cdot\frac{17}{2}\right)=\frac{1}{17}$$

Ответ: $a=\frac{1}{17}$.

Задание 6. Непослушный ребенок находится от отца на расстоянии 26 своих шагов. В то время как он делает 4 шага, отец успевает сделать 3 шага. Но отец проходит за 2 своих шага столько же, сколько ребенок за три. Через сколько своих шагов отец догонит ребенка?

Решение:

Скорость ребенка относительно папы: $\frac{S}{t}=\frac{\frac{2}{3}}{\frac{3}{4}}=\frac{8}{9}$ скорости папы. Тогда скорость «убегания» ребенка или скорость «догоняния» папы: $1-\frac{8}{9}=\frac{1}{9}$ скорости папы.

26 шагов ребенка – это $26\cdot\frac{2}{3}=\frac{52}{3}$ шагов папы. Папа догонит ребенка через $\frac{52}{3}:\frac{1}{9}=\frac{52}{3}\cdot\frac{9}{1}=156$ шагов.

Ответ: 156 шагов.

Задание 7. Назовем натуральное число «превосходным», если оно самое маленькое среди всех натуральных чисел с такой же, как у него суммой цифр.

a) Чему равна сумма цифр две тысячи восемнадцатого превосходного числа?

b) Чему равна сумма всех двухзначных превосходных чисел?

Решение:

a) Выпишем все превосходные числа в порядке возрастания:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	19	29	39	49	59	…
Порядковый номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	…

Видно, что сумма цифр – это и есть порядковый номер превосходного числа в ряду таких чисел. Поэтому, сумма цифр две тысячи восемнадцатого числа равна 2018.

b) Все превосходные двузначные числа – это 19; 29; 39;…99. Видно, что они составляют арифметическую прогрессию, значит их сумма:

$$S = \frac{(19+99)\cdot 9}{2} = 531$$

Ответ:a) 2018; *b*) 531.

Задание 8. Найти такие натуральные *x*, *y*, *z*, для которых $x+\frac{1}{y+\frac{1}{z}}=\frac{30}{13}$.

Решение:

Предположим, что $x=2:\frac{30}{13}=2+\frac{4}{13}$. Значит $x=2$, другое невозможно, так как *y* и *z* – натуральные числа и, следовательно, $\frac{1}{y+\frac{1}{z}}<1$.Таким образом, $\frac{1}{y+\frac{1}{z}}=\frac{4}{13}$

$$y+\frac{1}{z}=\frac{13}{4}$$

$$\frac{13}{4}=3+\frac{1}{4}$$

Рассуждая аналогично, получим: $y+\frac{1}{z}=3+\frac{1}{4}$, то есть $y=3$, $z=4$.

Проверка: $2+\frac{1}{3+\frac{1}{4}}=2+\frac{4}{13}=\frac{30}{13}$

Ответ:x=2, *y*=3, *z*=4.

Задания индивидуального тура по информатике

Задание 1. Вы сдаёте вступительный экзамен в Академию Звёздного флота. Внешний вид экзаменатора не поддаётся краткому описанию, но вам бросается в глаза то, что на «руках» у него всего по три пальца. «Вы немного не дотягиваете до проходного балла», – говорит вам экзаменатор, – но я добавлю вам недостающее, если вы правильно ответите на один простой вопрос. Сколько будет дважды два?»

Решение:

1. Ответ НЕ 4.

2. Система счисления вида, к которому принадлежит экзаменатор, базируется на числе пальцев, как и у людей. Тогда если система счисления шестеричная, то ответ будет 4. А если троичная – 11.

Ответ: 11_3 , 4_6

Задание 2. Вы записали *IP* адрес сервера грузового терминала на листке, планируя поработать над протоколами приёмки грузов из своей каюты. Но листок случайно попал в шредер и был разрезан на 4 фрагмента:

95

.25

7.

5.33

По этим фрагментам восстановите *IP* адрес.

Решение:

Зная структурные особенности *IP* адресов, сперва рассмотрим фрагменты. (95) нельзя поставить рядом с любым другим числом из представленных, не разделяя их точкой. Поэтому возможны два варианта комбинирования: (95.25) и (7.95). Рассмотрим вариант (95.25). (7.) можно поставить слева. При этом если поставить справа (5.33), то получим (7.95.255.33). Иные варианты расположения приводят к результатам, выходящим за разрешённые рамки для *IP* адресов.

Ответ: 7.95.255.33

Задание 3.Сколько различных слов может содержать язык, если известно, что все слова в нём длиной не менее трёх и не более пяти знаков, а алфавит состоит из знаков % и ?

Решение:

Система состоит из двух символов, значит, количество слов определяется как 2^n, где n число символов в слове. Тогда число слов равно:

$$2^3 + 2^4 + 2^5 = 8 + 16 + 32 = 56$$

Ответ: 56.

Задание 4. В непрозрачном мешочке хранятся 10 белых, 20 красных, 30 синих и 40 зелёных шариков. Какое количество информации будет содержать зрительное сообщение о цвете вынутого шарика.

Решение:

Вероятность вытащить белый шарик: $\frac{10}{10+20+30+40}=0,1$

Вероятность вытащить красный шарик: $\frac{20}{10+20+30+40}=0,2$

Вероятность вытащить синий шарик: $\frac{30}{10+20+30+40}=0,3$

Вероятность вытащить зелёный шарик: $\frac{40}{10+20+30+40}=0,4$

Среднее количество информации, которое будет содержать зрительное сообщение о цвете вынутого шарика:

$$I=-(0,1\ log_2 0,1+0,2\ log_2 0,2+0,3 log_2 0,3+0,4\ log_2 0,4)=1,85\text{бит}$$

Ответ: 1,85 бит.

Задание 5. Проверить, поместится ли на диске компьютера музыкальная композиция, которая длится 21 минут и 5 секунд, если свободное дисковое пространство 12 мегабайт, а для записи одной секунды звука необходимо 16 килобайт. Предоставить развёрнутое решение.

Решение:

Переведем 21минута 5 секунд в секунды, а это будет равно 1265 секунд.

1265 секунд·16Кбайт=20240 Кбайт

$$\frac{20240 \text{ Кбайт}}{1024} \approx 19{,}77 \text{ Мбайт}$$

Ответ: нет, так как компьютерная музыкальная композиция занимает 19,77 Мбайт, а свободного места всего лишь 12 Мбайт.

Задание 6. Вычислить выражение:$335_8+10101_2 \cdot AF_{16} - 1012_8$.Ответ представитьв десятичной системе счисления.

Решение:

Переводим все числа в десятеричный формат и вычисляем:

$$335_8 = 5+3 \cdot 8+3 \cdot 64 = 221$$

$$10101_2 = 1+1 \cdot 4+1 \cdot 16 = 21$$

$$AF_{16} = 15+11 \cdot 16 = 175$$

$$1012_8 = 2+1 \cdot 8+1 \cdot 512 = 522$$

$$211 + 21 \cdot 175 - 522 = 3364$$

*Ответ:*3364.

Задание 7. В базе данных имеются сведения о школьниках, которые участвовали в посадке деревьев в парке. В таблице представлены сведения, по следующим запросам:

Запрос	**Количество записей**
школьники, участвующие в посадке деревьев: клен и береза	12
школьники, участвующие в посадке деревьев: клен и дуб	16
школьники, участвующие в посадке деревьев: береза и дуб	20

Количество школьников, посадивших все три дерева, равно 6. Определить число школьников, которые посадили только два дерева.

Решение:

МножествоA – школьники, принимавшие участие в посадке березы

Множество B – школьники, принимавшие участие в посадке дуба

Множество C –школьники, принимавшие участие в посадке клена

Тогда: $A \cap B$=20, $B \cap C$=16, $A \cap C$=12и $A \cap B \cap C$=6

Число учеников, участвующих в посадке только клена и березы равно:

$$(A \cap C) \setminus (A \cap B \cap C) = 12-6=6$$

Число учеников, участвующих в посадке только дуба и березы равно:

$$(A \cap B) \setminus (A \cap B \cap C) = 20-6=14$$

Число учеников, участвующих в посадке только дуба и клена равно:

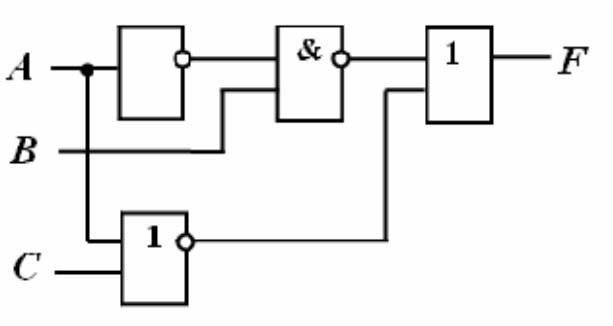
$$(B \cap C) \setminus (A \cap B \cap C) = 16-6=10$$

Следовательно, число школьников, которые посадили только два дерева:

$$6+14+10=30.$$

Ответ: 30.

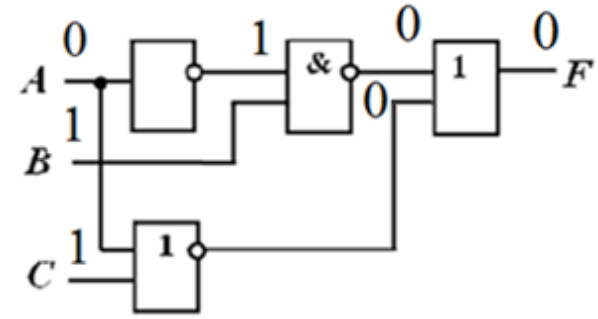
Задание 8. Логическая функция $F(A,B,C)$ представлена логической схемой:



Найти значение F, при A=0, B=1, C=1.

<u>*Решение:*</u>

Представим решение на логической схеме при входных параметрах: A=0, B=1, C=1.



Ответ: F=0.

Задания индивидуального тура по физике

Задание 1. Средняя скорость тела за десять секунд составила 4 м/с. Средняя скорость этого же тела за первые две секунды составила 10 м/с. Определить среднюю скорость тела за последние 8 секунд.

Дано:	*Решение:*
t=10 с	Найдем путь, пройденный телом:
$v_{ср}$=4 м/с	$S=S_1+S_2$
t_1=2 с	$v_{ср}\cdot t=v_{ср1}\cdot t_1+v_{ср2}\cdot t_2$
$v_{ср1}$=10 м/с	Выразим отсюда среднюю скорость тела за последние 8 секунд:
t_2=8 с	$v_{ср2}=\frac{v_{ср}\cdot t-v_{ср1}\cdot t_1}{t_2}=\frac{4\cdot 10-10\cdot 2}{8}=2{,}5$м/с
$v_{ср2}$–?	

Ответ: 2,5 м/с.

Задание 2. Звук частотой 50 Гц распространяется в воздухе со скоростью 1000 м/с. Человек движется со скоростью 10 м/с навстречу распространению звука. Какой частоты слышит человек звук? Как измениться частота, если человек будет двигаться в противоположном направлении?

Дано:	*Решение:*
ν_0=50 Гц	В данной задаче рассматривается общий случай эффекта Доплера, когда наблюдатель движется, а источник звука неподвижен. Ответим на первый вопрос задачи:
U=10 м/с	
V=1000 м/с	
ν'–?	$\nu'=\nu_0\left(1+\frac{U}{V}\right)=50\left(1+\frac{10}{1000}\right)=50{,}5$Гц
ν''–?	Ответим на второй вопрос:
	$\nu''=\nu_0\left(1-\frac{U}{V}\right)=50\left(1-\frac{10}{1000}\right)=49{,}5$ Гц

Ответ: если человек движется навстречу распространению звука, то он слышит звук частотой 50,5 Гц. Если человек движется в противоположном направлении, то он слышит звук частотой 49,5 Гц.

Задание 3.Как должен двигаться лифт, чтобы период колебаний математического маятника, находящегося в лифте, увеличился в 2 раза по сравнению с

периодом колебаний такого же математического маятника, находящегося в равномерно движущемся лифте?

Дано:	*Решение:*
$\frac{T_2}{T_1}=2$	Чтобы увеличить период колебаний математического маятника в 2 раза, исходя из второго закона Ньютона, необходимо лифту придать ускорение, направленное вверх. Запишем формулу колебаний математического маятника:
$\vec{a}$-?	$$T_1=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}},\ \ T_2=2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}}$$ Разделим одно уравнение на другое: $$\frac{T_2}{T_1}=\sqrt{\frac{g}{g-a}}=2$$ Выразим из последнего уравнения ускорение, которое необходимо придать лифту: $$a=\frac{3}{4}g$$

Ответ: лифт должен двигаться вверх с ускорением $a=\frac{3}{4}g$.

Задание 4. Чему равна длина волны света в космосе, если его период равен $1{,}7\cdot10^{-15}$ секунд? Чему будет равна длина волны при том же периоде, если электромагнитная волна будет распространяться в среде с показателем преломления 1,5?

Дано:	*Решение:*
$T=1{,}7\cdot10^{-15}$с	Найдем длину волны света в вакууме:
$n=1{,}5$	$\lambda_0=c\cdot T=3\cdot10^8\cdot1{,}7\cdot10^{-15}=5{,}1\cdot10^{-7}=510\cdot10^{-9}$ м
$c=3\cdot10^8$ м/с	Длина волны света в среде:
λ_0–?	$\lambda_c=\frac{\lambda_0}{n}=\frac{510\cdot10^{-9}}{1{,}5}=340\cdot10^{-9}$м

Ответ: длина волны света в космосе $\lambda_0=510\cdot10^{-9}$ м, длина волны света в среде $\lambda_c=340\cdot10^{-9}$м.

Задание 5. Оптическая система состоит из собирающей линзы и вогнутого зеркала с одинаковыми фокусами. Построить изображение предмета, находящегося на расстоянии двойного фокусного расстояния от линзы.

Решение:

Построение изображения предмета в оптической системе, заданной в условии задачи, показано на **рисунке 3**.

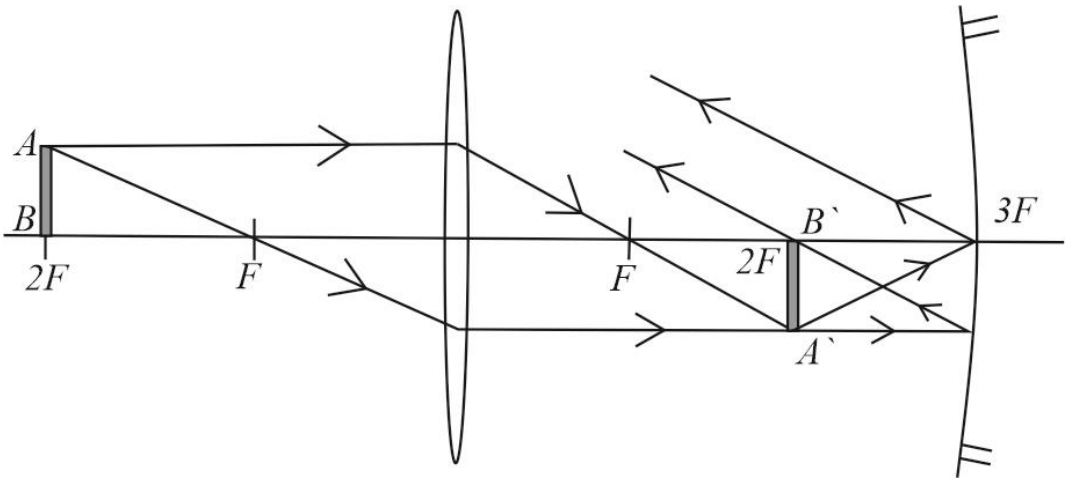


Рисунок 3 – Построение изображения предмета в оптической системе

Сначала построим изображение предмета, получаемое собирающей линзой. Проведем первый луч через точку *A* и оптический центр линзы. Второй луч пройдет через точку *A* параллельно главной оптической оси, затем после преломления в линзе через фокус. Получим действительное перевернутое равное изображение предмета, находящееся на двойном фокусном расстоянии от линзы или в фокусе зеркала (по условию задачи фокусы линзы и зеркала одинаковы). Теперь построим изображение, даваемое вогнутым зеркалом. Для этого проведем два луча. Первый луч будет параллельным главной оптической оси, затем после отражения он пройдет через фокус. Второй луч будет падающим на полюс зеркала, после отражения пойдёт под углом, равным углу падения. Оба луча после отражения от зеркала будут параллельны, то есть изображения не будет.

Задание 6. Как изменится импеданс цепи, состоящей из резистора 1 Ом, катушки 1 Гн и конденсатора 1Ф, соединенных параллельно, если частота тока увеличится на 10 Гц и станет равной 60 Гц?

Дано:	*Решение:*
R=1 Ом L = 1 Гн C = 1 Ф ν_0 = 50 Гц ν_1 = 60 Гц	При параллельном соединении импеданс цепи найдем по формуле: $$\frac{1}{Z^2}=\frac{1}{R^2}+\left(\omega L-\frac{1}{\omega C}\right)^2$$
ΔZ – ?	$Z=\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2}+\left(\omega L-\frac{1}{\omega C}\right)^2}}$ $$Z_0=\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{1^2}+\left(50\cdot 1-\frac{1}{50\cdot 1}\right)^2}}=0{,}02 \text{ Ом}$$ $$Z_1=\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{1^2}+\left(60\cdot 1-\frac{1}{60\cdot 1}\right)^2}}=0{,}01 \text{ Ом}$$ $$\Delta Z=Z_1-Z_0=0{,}01-0{,}02=-0{,}01 \text{ Ом}$$

Ответ: сопротивление цепи уменьшится на 0,1 Ом.

Задание 7. Как необходимо изменить температуру 5 моль кислорода, находящегося в объёме 1 литр, чтобы давление газа увеличилось в 3 раза?

Дано:	*Решение:*
ν= 5моль V_1 = 1 л $p_2=3p_1$	Запишем уравнение состояния идеального газа при изохорном процессе: $$\frac{p}{T}=\text{const}$$
$\frac{T_2}{T_1}$-?	Подставим наши данные: $$\frac{p_1}{T_1}=\frac{3p_1}{T_2}$$ Выразим T_2: $$T_2=\frac{1}{3}T_1$$

Ответ: чтобы увеличить давление газа в три раза, его температуру необходимо уменьшить в три раза.

Задание 8. Найти эффективную массу фотона с частотой 10^{15} Гц. Чему равен импульс фотона? Насколько измениться суммарная энергия атома, если этот фотон будет им поглощён.

Дано:	*Решение:*
$\nu = 10^{15}$ Гц $h = 6{,}626 \cdot 10^{-34}$ Дж/Гц $c = 3 \cdot 10^{8}$ м/с	Чтобы найти эффективную массу фотона, запишем формулы для энергии фотона: $W = h\nu$ $W = mc^2$
$m_{эф}$ – ? p – ? ΔW – ?	Приравняем правые части формул и выразим массу: $h\nu = mc^2$ $m = \frac{h\nu}{c^2} = 0{,}736 \cdot 10^{-35}$ кг Найдем импульс фотона: $p = \frac{h\nu}{c} = 2{,}209 \cdot 10^{-27}$ кг·м Ответим на последний вопрос задачи. В результате полного поглощения фотона атомом, суммарная энергия атома изменится на величину энергии фотона: $\Delta W = h\nu = 6{,}626 \cdot 10^{-19}$ Дж

Ответ: $m_{эф} = 2{,}209 \cdot 10^{-35}$ кг, $p = 2{,}209 \cdot 10^{-27}$ кг·м, $\Delta W = 6{,}626 \cdot 10^{-19}$ Дж.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1.Златопольский Д.М. Занимательная информатика: учебное пособие / Д.М. Златопольский. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 424 с.

2. Давыдов И.С. Информатика: учебное пособие / И. С. Давыдов. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2017. – 480 с.

3. Горбачёв Н.В. Сборник олимпиадных задач по математике / Н.В. Горбачев. – М.: МЦНМО, 2004. – 560 с.

4. Канель-Белов А.Я., Ковальджи А.К. Как решают нестандартные задачи / Под ред. В.О. Бугаенко. – 4-е изд. – М.: МЦНМО, 2008. – 96 с.

5. Балаш В. А. Задачи по физике и методы их решения / В.А. Балаш. – М.: Просвещение; Издание 4-ое, перераб. и доп., 1983 – 432 с.

6. Задачи по физике: Учебное пособие / Под ред. О. Я. Савченко. – 4-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2001. – 368 с.

7. Гольдфарб Н. И. Физика. Задачник. 10–11 кл.: пособие для общеобразовательных учреждений. – М.: Дрофа, 2006. – 398 с. (и все предыдущие издания).

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Задачи индивидуального тура по математике	5
Задачи индивидуального тура по информатике	11
Задачи индивидуального тура по физике	15
Библиографический список	21

Дмитрий Владимирович Фомин,

канд. физ.-мат. наук, доцент, директор научно-образовательного центра АмГУ

Алексей Николаевич Житенев,

руководитель студенческого конструкторского бюро «Радиоэлетроника» научно-образовательного центра

Ольга Анатольевна Лебедь,

старший преподаватель кафедры общей математики и информатики АмГУ

Виктор Леонидович Дубов,

канд. физ.-мат. наук

Ольга Васильевна Ефимова,

научный сотрудник лаборатории композитных диэлектрических материалов научно-образовательного центра АмГУ