



НТО

МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ

Всероссийской междисциплинарной олимпиады школьников

«Национальная технологическая олимпиада»

по профилю

«Цифровой инжиниринг в строительстве»

2023/24 учебный год

<http://ntcontest.ru>

УДК 373.5.016:[669:004]

ББК 74.263

Ц75

Авторы:

Д.М. Антонян, Д.И. Жарков, А.А. Дорошенко, Д.А. Казаков, К.Д. Кириченко,
И.А. Кобец, А.С. Короткова, Н.Ю. Кузнецов, О.А. Рубан, В.Е. Юрьев

Ц75 Всероссийская междисциплинарная олимпиада школьников 8-11 класса
«Национальная технологическая олимпиада». Учебно-методическое пособие
Том 40 **Цифровой инжиниринг в строительстве**
—М.: ООО «ВАШ ФОРМАТ», 2024. — 150 с.

ISBN 978-5-00147-630-6

Данное пособие разработано коллективом авторов на основе опыта проведения всероссийской междисциплинарной олимпиады школьников 8-11 класса «Национальная технологическая олимпиада» в 2023/24 учебном году, а также многолетнего опыта проведения инженерных соревнований для школьников. В пособии собраны основные материалы, необходимые как для подготовки к олимпиаде так и для углубления знаний и приобретения навыков решения инженерных задач.

В издании приведены варианты заданий по профилю Национальной технологической олимпиады за 2023/24 учебный год с ответами, подробными решениями и комментариями. Пособие адресовано учащимся 8–11 классов, абитуриентам, школьным учителям, наставникам и преподавателям учреждений дополнительного образования, центров молодежного и инновационного творчества и детских технопарков.

Методические материалы также могут быть полезны студентам и преподавателям направлений, относящихся к группам:

02.00.00 Компьютерные и информационные науки

07.00.00 Архитектура

08.00.00 Строительство

09.00.00 Информатика и вычислительная техника

15.00.00 Машиностроение

27.00.00 Управление в технических системах

ISBN 978-5-00147-630-6

УДК 373.5.016:[669:004]

ББК 74.263



9 785001 476306 >

Оглавление

1 Введение	5
2 Цифровой инжиниринг в строительстве	17
I Работа наставника НТО на первом отборочном этапе	20
II Первый отборочный этап	21
II.1 Предметный тур. Информатика и информационные технологии	21
II.1.1 Первая волна. Задачи 8–11 класса	21
II.1.2 Вторая волна. Задачи 8–11 класса	33
II.1.3 Третья волна. Задачи 8–11 класса	44
II.2 Предметный тур. Физика	58
II.2.1 Первая волна. Задачи 8–9 класса	58
II.2.2 Первая волна. Задачи 10–11 класса	63
II.2.3 Вторая волна. Задачи 8–9 класса	68
II.2.4 Вторая волна. Задачи 10–11 класса	73
II.2.5 Третья волна. Задачи 8–9 класса	78
II.2.6 Третья волна. Задачи 10–11 класса	84
II.3 Инженерный тур	90
III Работа наставника НТО на втором отборочном этапе	103
IV Второй отборочный этап	104
IV.1 Архитектурные решения	104
IV.2 Инженерные сети	105

IV.3 Конструктивные решения	107
IV.4 Топография	108
IV.5 Программирование	108
IV.6 Симуляция	112
 V Работа наставника НТО при подготовке к заключитель-	
ному этапу	114
 VI Заключительный этап	115
 VI.1 Предметный тур	115
VI.1.1 Информатика и информационные технологии. 8–11 классы	115
VI.1.2 Физика. 8–9 классы	121
VI.1.3 Физика. 10–11 классы	123
 VI.2 Инженерный тур	129
VI.2.1 Общая информация	129
VI.2.2 Легенда задачи	129
VI.2.3 Требования к команде и компетенциям участников	129
VI.2.4 Оборудование и программное обеспечение	129
VI.2.5 Описание задачи	130
VI.2.6 Система оценивания	136
VI.2.7 Решение задачи	137
VI.2.8 Материалы для подготовки	146
 VII Критерии определения победителей и призеров	147
 VIII Работа наставника после НТО	149

Введение

Национальная технологическая олимпиада

Всероссийская междисциплинарная олимпиада школьников «Национальная технологическая олимпиада» (далее — НТО) проводится в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 10.02.2022 № 211-р при координации Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и при содействии Министерства просвещения Российской Федерации, Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, Ассоциации участников технологических кружков, Агентства стратегических инициатив по продвижению новых проектов, АНО «Россия — страна возможностей», АНО «Платформа Национальной технологической инициативы».

Проектное управление Олимпиадой осуществляет структурное подразделение Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» — Центр Национальной технологической олимпиады. Организационный комитет по подготовке и проведению Национальной технологической олимпиады возглавляют первый заместитель Руководителя Администрации Президента Российской Федерации С. В. Кириенко и заместитель Председателя Правительства Российской Федерации Д. Н. Чернышенко.

Всероссийская междисциплинарная олимпиада школьников 8–11 класса «Национальная технологическая олимпиада» — это командная инженерная Олимпиада, позволяющая школьникам работать в 41-м инженерном направлении. Она базируется на опыте Олимпиады Кружкового движения НТИ и проводится с 2015 года, а с 2016 года входит в перечень Российского совета олимпиад школьников и дает победителям и призерам льготы при поступлении в университеты.

Всего заявки на участие в девятом сезоне (2023–24 гг.) самых масштабных в России командных инженерных соревнованиях подали более 141 тысячи школьников и студентов из всех регионов страны и семи зарубежных государств: Азербайджана, Белоруссии, Казахстана, Киргизии, Молдовы, Узбекистана и Черногории. Общий охват олимпиады с 2015 года превысил 660 000 участников. <https://journal.kruzhok.org/tpost/pggs3bp7y1-tehnologicheskaya-podgotovka-inzhenernih>



НТО способствует формированию профессиональной траектории школьников, увлеченных научно-техническим творчеством:

- определить свой интерес в мире современных технологий;
- получить опыт решения комплексных инженерных задач;
- осознанно выбрать вуз для продолжения обучения и поступить в него на льготных условиях.

Кроме того, НТО позволяет каждому участнику познакомиться с перспективными направлениями технологического развития и ведущими экспертами, а также найти единомышленников.

Ценности НТО

Национальная технологическая олимпиада — командные инженерные соревнования для школьников и студентов. Особое пространство Олимпиады создают общие ценности и смыслы, которые предлагается разделять всем: участникам, организаторам, наставникам, экспертам.

Основа всей олимпиады — это современное технологическое образование как новый уклад жизни в современном мире. Этот уклад подразумевает доступность качественного образования для каждого заинтересованного человека, возможность постепенно и непрерывно учиться и развиваться, совместно создавать среду, в которой гуманитарное знание и новые технологии взаимно дополняют друг друга. Это идеал будущего общества. Участники Олимпиады уже сейчас попадают в такое будущее.

Как организаторы мы надеемся, что принципы, заложенные в основу НТО, станут общими принципами для всех, кто имеет отношение к Олимпиаде.

Решать прикладные задачи, нацеленные на умножение общественного блага

В соревнованиях и подготовке к ним мы адаптируем реальные задачи современной науки и производства к знаниям и навыкам, которые могут освоить школьники и студенты. Задачи имеют прикладное значение для людей и не оторваны от реальности. Мы стремимся к тому, чтобы участники понимали, для чего нужно решать такие задачи, кому в мире станет лучше, если они будут решаться системно и профессионально. Ценность Олимпиады заключается в том, что здесь можно попробовать себя в этом, и найти единомышленников для решения подобных задач в будущем.

Создавать, а не только потреблять

Создание новых решений мы ставим выше стремления потреблять уже созданное. Создание ценности для других ставим выше поиска личной выгоды. Это не значит, что нужно забыть о себе и самоотверженно посвятить всю свою жизнь делу технологического прогресса. Но творчество всегда приносит большую радость, чем потребление. Это относится и ко всей олимпиаде.

Олимпиада — это общее дело организаторов, партнеров и участников. Способность принимать проблемы олимпиады как свои и пытаться решить их ценнее для творческого человека, чем желание найти недостатки в работе других.

Работать в команде

Способность работать в команде — это не только эффективная стратегия действия в современном мире. Работа в команде не отрицает наличия свободной воли каждого конкретного участника, его значимости и права на собственное мнение. Но в сообща мы стремимся достигнуть общей цели, опираясь на взаимное уважение всех участников, учитывая интересы и слабые и сильные стороны каждого.

Команды формируют целые сообщества, которые имеют сходные цели и ценности и могут очень многое, поскольку сильные горизонтальные связи помогают реализовывать самые дерзкие и амбициозные задачи. Это то, что нужно для технологического развития. Мы заняты построением такого сообщества и надеемся, что вы захотите стать его частью.

Осваивать и ответственно развивать новые технологии

Сообщество Национальной технологической олимпиады — часть Кружкового движения НТИ. Это прежде всего сообщество людей, увлеченных современными технологиями. Нас всех объединяет стремление разобраться в них, создать что-то новое и найти таких же увлеченных единомышленников.

Мы — часть сообщества технологических энтузиастов, и для нас границы возможностей технологий всегда подвижны. Именно поэтому просим не забывать об этике инженера и ученого, ответственности за свои изобретения перед людьми, которых это касается. Творя новое, не навреди!

Играть честно и пробовать себя

Мы признаем, что победа в соревнованиях важна и нужна. Но утверждаем, что для победы не все средства хороши и цель не является оправданием для грязной игры. Победа должна быть заслужена в рамках правил, единых для всех. Человек, который играет честно, не будет списывать, интриговать, подставлять других и заниматься прочей нездоровой конкуренцией.

Человек, который играет честно, — уважает себя, свою команду и соперников. Он принимает правила игры и в заданных рамках доказывает право на победу.

Мы бережем пространство Олимпиады как безопасное для всех участников. Это помогает искать себя, и при этом не бояться пробовать новые задачи, определять свой дальнейший путь, учиться на ошибках и каждый год становиться более сильным и подготовленным.

Быть человеком

Соревнования — это очень сложный и эмоционально насыщенный процесс. Что-бы он приносил радость и пользу всем, мы призываем всех участников вести себя порядочно и думать не только о себе.

Вежливость, эмпатия и забота — вот что делает процесс комфортным и полезным для всех. Мы ценим уважение труда каждого человека и его позиции, бережное отношение к работе и жизни каждого. И просим отказаться от токсичной оценочной критики — она не решит ваши проблемы, а сделает хуже вам, другому и всей

Олимпиаде в целом.

Человек, который остается человеком, умеет признавать ошибки и отвечать за слова и дела перед другими. Здесь это ценят. Встав перед альтернативой между сиюминутной выгодой, капризом и общей целью соревнования — человек выберет последнее и поможет другим, организаторам и участникам, поддержать эту цель.

Важное замечание. Этот текст — живое выражение смыслов и ценностей Национальной технологической олимпиады. Он будет меняться вместе с развитием нашего сообщества. Авторы с благодарностью примут помощь от всех, кто чувствует сопричастность ценностям и готов включиться в их доработку.

Организационная структура НТО

НТО — межпредметная олимпиада. Спектр соревновательных направлений (профилей НТО) сформирован на основе актуального технологического пакета и связан с решением современных проблем в различных технологических отраслях. С полным перечнем направлений (профилей) можно ознакомиться на сайте НТО: <https://ntcontest.ru/tracks/nto-school/>.



Соревнования в рамках НТО проводятся по четырем направлениям:

1. НТО Junior для школьников (5–7 классы).
2. НТО школьников (8–11 классы).
3. НТО студентов.
4. Конкурс цифровых портфолио «Талант НТО».

В 2023/24 учебном году 28 профилей НТО включены в Перечень олимпиад школьников, утверждаемый Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, а также в Перечень олимпиад и иных интеллектуальных и (или) творческих конкурсов, утверждаемый приказом Министерства просвещения Российской Федерации, что дает право победителям и призерам профилей НТО поступать в вузы страны без вступительных испытаний (БВИ), получить 100 баллов ЕГЭ или дополнительные 10 баллов за индивидуальные достижения. Преимущества при поступлении победителям и призерам НТО предлагают более 100 российских вузов.

НТО для старшеклассников проводится в три этапа:

- Первый отборочный этап — заочный индивидуальный. На данном этапе участникам предлагаются задачи по двум предметам, соответствующим тому или

иному профилю, а также задания, формирующие теоретические знания и представления по направлениям выбранных профилей.

- Второй отборочный этап — заочный командный. На данном этапе участникам предлагаются индивидуальные компетентностные и командные задачи, связанные с направлением выбранного профиля.
- Заключительный этап — очный командный. Этап представляет собой очные соревнования длительностью 5–6 дней, куда приезжают команды со всей страны, успешно справившиеся с двумя отборочными этапами, и решают комплексные прикладные инженерные задачи.

Профили НТО 2023/24 учебного года и соответствующий уровень РСОШ

Профили II уровня РСОШ

- Автоматизация бизнес-процессов
- Беспилотные авиационные системы
- Водные робототехнические системы
- Инженерные биологические системы
- Интеллектуальные робототехнические системы
- Нейротехнологии и когнитивные науки
- Технологии беспроводной связи

Профили III уровня РСОШ

- Автономные транспортные системы
- Анализ космических снимков и геопространственных данных
- Аэрокосмические системы
- Большие данные и машинное обучение
- Геномное редактирование
- Интеллектуальные энергетические системы
- Информационная безопасность
- Искусственный интеллект
- Летающая робототехника
- Наносистемы и наноинженерия
- Новые материалы
- Передовые производственные технологии
- Разработка компьютерных игр
- Спутниковые системы
- Технологии виртуальной реальности
- Технологии дополненной реальности
- Технологическое предпринимательство
- Умный город
- Фотоника
- Цифровые технологии в архитектуре
- Ядерные технологии

Профили без уровня РСОШ

- Научная медиакommunikация
- Программная инженерия в финансовых технологиях
- Современная пищевая инженерия
- Технологическое мейкерство
- Урбанистика
- Цифровое производство в машиностроении
- Цифровой инжиниринг в строительстве
- Цифровые сенсорные системы

Новые профили без уровня РСОШ

- Инфохимия
- Квантовый инжиниринг
- Технологии компьютерного зрения и цифровые сервисы
- Цифровая гидрометеорология
- Цифровое месторождение

Обратите внимание, что в олимпиаде 2024/25 года список профилей, в т.ч. входящих в РСОШ, и уровни РСОШ — могут поменяться.

Участие в НТО может принять любой школьник, обучающийся в 8–11 классе. Чаще всего Олимпиада привлекает:

- учащихся технологических кружков, любители инженерных и робототехнических соревнований;
- олимпиадников, которым интересны межпредметные олимпиады;
- фанатов и адептов передовых технологий;
- школьников, участвующих в хакатонах, проектных конкурсах и школах;
- будущих предпринимателей, намеревающихся найти на Олимпиаде единомышленников для будущего стартапа;
- увлекающихся школьников, которые хотят видеть предмет шире учебника.

Познакомить школьников с НТО и ее направлениями, замотивировать принять участие в НТО можно с помощью специальных мероприятий: Урок НТО и Дни НТО. Как педагогу провести Урок НТО, или как в образовательном учреждении организовать День НТО можно познакомиться в методических рекомендациях на сайте НТО. Там же можно выбрать и скачать необходимые уроки и подборки материалов по направлениям <https://nti-lesson.ru/>.



Участвуя в НТО, школьники получают возможность работать с практикоориентированными задачами в области прорывных технологий, собирать команды единомышленников, включаться в профессиональное экспертное сообщество, а также заработать льготы для поступления в вузы.

У НТО есть площадки подготовки по всей стране, которые занимаются привлечением участников и проводят мероприятия по подготовке к соревнованиям. Они могут быть открыты:

- в организациях общего и дополнительного образования;
- на базе частных кружков в области программирования, робототехники и иных технологий;
- в вузах;
- технопарках

и других организациях.

Каждое образовательное учреждение, ученики которого участвуют в НТО или НТО Junior, может стать площадкой подготовки к олимпиаде, что дает возможность включиться в Кружковое движение НТИ.

На сайте НТО размещены инструкции о том, как организация может стать площадкой подготовки: <https://ntcontest.ru/mentors/stat-ploshadkoi/>. Условия регистрации и требования к работе площадок подготовки обновляются вместе с развитием олимпиады. Обновленная версия размещается на сайте перед началом нового цикла олимпиады.



Наставники НТО

В НТО большое внимание уделяется работе с наставниками. Наставник НТО оказывает всестороннюю поддержку участникам Олимпиады, помогая решать организационные вопросы и развивать как технические знания и компетенции, так и социальные навыки, связанные с работой в команде.

Наставником может стать любой человек, которому интересно сопровождать участников и помогать им формировать необходимые для решения технологических задач компетенции и готовиться к соревнованиям. Это может быть преподаватель школы или вуза, педагог дополнительного образования, руководитель кружка, эксперт в технологической области, представитель бизнеса и т. п. Если наставнику не хватает собственных знаний, он может привлекать коллег и внешних экспертов и

поддерживать усилия и мотивацию учеников, которые разбирают задачи самостоятельно. На данный момент сообщество наставников НТО включает в себя более 7 тысяч человек.

Главная задача наставника — выстроить комплексную структуру подготовки к Олимпиаде в течение всего учебного года. В области ответственности наставника находится поддержка мотивации участников и помощь в решении возникающих проблем. Не менее важно зафиксировать цели и ожидания от предстоящих соревнований, что поможет оценить прирост профессиональных компетенций, личных и командных навыков за время подготовки.

Примеры организационных задач, которые стоят перед наставником НТО:

- Информирование и работа с мотивацией. На этапе регистрации на Олимпиаду наставник привлекает участников, рассказывая, что такое НТО и какие преимущества она предлагает. Наставнику необходимо разобраться в устройстве НТО, этапах и расписании этапов, а также изучить профили, чтобы помочь каждому ученику выбрать наиболее перспективные и интересные для него направления.
- Формирование программы подготовки. Наставник составляет график подготовки к НТО и следит за его реализацией, руководя процессом подготовки учеников.
- Отслеживание сроков. Наставник следит за сроками проведения этапов НТО и напоминает участникам о необходимости своевременной загрузки решений на платформу.

Примеры задач наставника, связанных с непосредственной подготовкой к соревнованиям:

- Анализ компетенций участников. Наставник вместе с учениками оценивает компетенции, которые необходимы для успешного участия в НТО, выявляет нехватку знаний и навыков и отбирает материалы и задачи, которые ученикам нужно изучить и решить.
- Содержательная подготовка к первому и второму отборочному этапу. Наставник вместе с учениками изучает материалы для подготовки, рекомендованные разработчиками выбранных профилей, а также разбирает и решает задачи НТО прошлых сезонов. Рекомендуется использовать записи вебинаров, материалы и онлайн-курсы профилей.
- Содержательная подготовка к заключительному этапу. Наставник может использовать разборы задач заключительного этапа прошлых лет, а также следить за расписанием подготовительных очных и дистанционных мероприятий и рекомендовать ученикам их посещать.

Примеры задач наставника в области развития социальных навыков, связанных с развитием личной эффективности и взаимодействия с другими участниками:

- Формирование команд. Второй отборочный этап НТО проходит в командном формате. Наставник помогает ученикам сформировать эффективную команду с оптимальным распределением ролей. В ряде случаев он может содействовать в поиске недостающих участников команды, в том числе в других городах и стать наставником такой команды, коммуникация в которой осуществляется через web-сервисы.
- Отслеживание прогресса и анализ полученного опыта. Наставник проводит ре-

флексию прогресса отдельных участников и команды по результатам каждого этапа НТО и после завершения участия в соревнованиях. Это помогает участникам оценить свое движение по траектории соревнований, сильные и слабые стороны, сформулировать, каких компетенций не хватило для более высокого результата и как их можно улучшить в будущем.

- Поддержка и мотивирование участников. Наставник поддерживает интерес учеников к соревнованиям, а также помогает им сохранять высокую мотивацию, что особенно важно, если команда показала результаты хуже, чем ожидалось.
- Выстраивание индивидуальной образовательной траектории. Наставник может помочь ученикам осознанно создать собственную траекторию развития, в том числе вне НТО: подбор обучающих курсов и соревнований, выбор вуза и направления дальнейшего обучения.

Поддержка наставников НТО

Работе наставников посвящен отдельный раздел на сайте НТО: <https://ntcontest.ru/mentors/>.



Для систематизации знаний и подходов к работе наставников в рамках инженерных соревнований разработан курс «Дао начинающего наставника: как сопровождать инженерные команды»: <https://stepik.org/course/124633/promo>. Курс формирует общие представления о работе наставников в области подготовки участников к инженерным соревнованиям.



Для совершенствования профессиональных компетенций по направлениям профилей разработан курс «Дао наставника: как развивать технологические компетенции»: <https://stepik.org/course/186928/promo>.



Наставникам для ведения занятий с учениками предлагаются образовательные программы, разработанные на основе восьмилетнего опыта организации подготовки к НТО. В настоящий момент такие программы представлены по 10-ти передовым технологическим направлениям:

- компьютерное зрение;
- геномное редактирование;
- водная, летающая и интеллектуальная робототехника;
- машинное обучение и искусственный интеллект;
- нейротехнологии;
- беспроводная связь, дополненная реальность:

и др.

<https://ntcontest.ru/mentors/education-programs/>.



Регистрируясь на платформе НТО, наставники получают доступ к личному кабинету, в котором отображается расписание отборочных соревнований и мероприятий по подготовке, требования к знаниям и компетенциям при решении задач отборочных этапов.

Формируется сообщество наставников НТО. Ежегодно Кружковое движение НТИ проводит Всероссийский конкурс технологических кружков: <https://konkurs.kruzhok.org>, принять участие в котором может каждый наставник. По итогам конкурса кружки-участники размещаются на Всероссийской карте кружков: <https://map.kruzhok.org>.



В 2022 году был разработан Навигатор для наставников команд или отдельных участников НТО: <https://www.notion.so/bdlv/5a1866975c2744728c2bd8ba80d21ec2>.



Навигатор ориентирован на начинающих наставников и помогает погрузиться в работу с НТО. Опытным наставникам Навигатор может быть полезен как сборник важных рекомендаций и статей:

- Смогут ли мои ученики принять участие в НТО.
- Как наставнику зарегистрироваться в НТО.
- Как помочь участникам выбирать профили.
- Что можно успеть сделать, если я и мои ученики начнем участвовать с нового учебного года.
- Как убедить руководство включиться в НТО.
- Что важно знать, начиная подготовку школьников.
- Как организовать подготовку.
- Как проводить рефлексию.
- Как мотивировать участников.
- Как работать с командой участников НТО.

Организаторы Олимпиады также оказывают экспертно-методическую поддержку сообществу наставников. Были разработаны методические рекомендации для наставников: «Технологическая подготовка инженерных команд»: <https://journal.kruzhok.org/tpost/pggs3bp7y1-tehnologicheskaya-podgotovka-inzhenernih>. Рассмотрены особенности подготовки к 5-ти направлениям:

- Большие данные.
- Машинное обучение.

- Искусственный интеллект.
- Спутниковые системы.
- Летаящая робототехника.



Для наставников НТО разработан и постоянно пополняется страница с материалами для профессионального развития: <http://clc.to/for-mentor>.



Цифровой инжиниринг в строительстве

Профиль «Цифровой инжиниринг в строительстве» (ранее — «Информационные технологии в строительстве») посвящен решению задач создания и управления информацией о строительном проекте. Концепция цифровизации строительства во многом сосредоточена на интеграции систем физического и информационного пространства на протяжении всего жизненного цикла объекта, включая процессы планирования, проектирования, строительства и эксплуатации. Следствием этого является применение инновационных технологий и отказ от традиционных технологий проектирования и строительства.

Одной из таких ключевых технологий является технология информационного моделирования (ТИМ). ТИМ — это, прежде всего, методология, описывающая способ взаимодействия по созданию и использованию информационной модели как цифрового двойника (цифровое представление физических и функциональных характеристик) реального существующего или проектируемого объекта на всех стадиях его жизненного цикла.

Следуя концепции информационного моделирования, организация взаимосвязанных процессов архитектурного проектирования от разработки предпроектных исследований до рабочей документации в едином информационном пространстве является необходимым условием применения цифровых инструментов. Составляющими процесса цифровизации строительства являются также создание цифровых двойников, автоматизация инженерных расчетов, прогнозирование функционирования объекта.

В настоящее время технологии информационного моделирования формируют информационные потоки и помогают принимать управленческие решения в рамках организации бизнес-процессов промышленных предприятий, повышая их эффективность, сокращая издержки.

Концепция создания цифровых двойников объектов строительства позволяет решать следующие задачи:

- испытания на виртуальных прототипах;
- синхронизация модели с реальным объектом;
- интеграция систем автоматизации и IoT (интернет вещей);
- управление инженерными и сервисными системами здания во взаимной увязке с городской инфраструктурой;
- моделирование поведения людей и анализ возможности изменения организации пространства;
- оптимизация всех этапов создания зданий и сооружений, включая проектирование, оптимизацию работ на строительной площадке, введение в эксплуатацию, поддержку и утилизацию урбанистической среды;
- оптимизация энергопотребления и использования пространства;
- мониторинг строящихся объектов (лазерное сканирование, компьютерное зрение);

- решение проблем города, учитывая взаимозависимости между критически важными инфраструктурами: транспорт, водоснабжение и энергетика во взаимодействии с социальными процессами.

Ключевой задачей профиля является применение информационной модели здания для обеспечения максимальной эффективности проектных решений, применение цифровых технологий на строительной площадке и при планировании, организации, управлении и контроле качества.

Задача инженерного тура заключительного этапа состоит из создания и адаптации информационной модели здания на основе автоматизированного анализа эффективности проектного решения с учетом требований строительства и эксплуатации здания. Задание имеет сквозное содержание, но разделено на несколько модулей. Ключевой технологией является информационное моделирование зданий, но для успешного решения необходимы навыки программирования. Участникам заключительного этапа необходимо провести анализ требований к проектному решению, получить информацию об объекте, провести подбор и автоматизированные проверки качества проектного решения с учетом целевых показателей эффективности, обработать информацию, организовать взаимодействие различного программного обеспечения, внести изменения в модель и вывести отчет по заданным показателям.

В ходе инженерного тура первого этапа участники решают задачи по информационному моделированию зданий, визуальному программированию и выполняют расчеты освещенности, инсоляции, теплотехники. Задания разбиты на блоки по специализациям: моделирование и программирование, которые необходимо проработать для решения командной задачи. Все это позволяет подготовиться ко второму и заключительному этапам и развить необходимые компетенции. Также на первом отборочном этапе участникам предложены задачи по физике и информатике. Знания по физике являются важными для разработки безопасных, устойчивых и экологически эффективных строительных проектов, а программирование развивает необходимые компетенции, требуемые участникам профиля для решения инженерных задач профиля.

Задачи второго этапа состоят из заданий на моделирование, программирование, работу с информацией и форматами представления геометрии, а также содержат задания на расчет теплотехнических свойств ограждающих конструкций. Задачи, подобные данным, являются элементами финальной задачи. При решении задач участники получают и применяют знания и навыки, необходимые для участия в заключительном этапе. Некоторые задачи носят комплексный характер и решаются несколькими участниками в команде, такие как: моделирование в среде Renga или Revit (ПО для создания информационных моделей объектов капитального строительства (ОКС)), программирование, знание основ теплотехники, работа с информацией, работа с различными форматами представления моделей ОКС.

В ходе олимпиадного цикла проводятся подготовительные хакатоны и практикумы, направленные на формирование компетенций участников в командной работе и междисциплинарном взаимодействии. Привлечение участников ведется через мероприятия НТО на базе организаций среднего, высшего и дополнительного образования.

Призеры и победители НТО в профиле «Цифровой инжиниринг в строительстве» могут получить дополнительные баллы ЕГЭ за индивидуальные достижения или другие льготы и преимущества при поступлении в ведущие инженерные и технические вузы России.

Выпускники НТО применяют компетенции, приобретенные в профиле при обучении в строительных ВУЗах, для участия в проектах: «Большие вызовы» (ОЦ Сириус), Всероссийский чемпионат «Профессионалы» и Чемпионат высоких технологий, конкурсах научно-исследовательских работ. Тематика технологических разработок и научных исследований охватывает широкий спектр информационных технологий в области проектирования, строительства, эксплуатации объектов, а также организации и анализа функционирования среды, производственных и социальных процессов.

Работа наставника НТО на первом отборочном этапе

На первом отборочном этапе НТО участникам предлагаются задачи по предметам, соответствующим выбранным профилям. Для подготовки к первому отборочному этапу Олимпиады наставник может использовать следующие рекомендуемые форматы и мероприятия:

- Разбор задач первого отборочного этапа НТО прошлых лет.
- Мини-соревнования по решению задач предметных олимпиад муниципального уровня.
- Углубленные занятия по разделам предметов в соответствии с рекомендациями разработчиков профилей.

Для проверки, самостоятельного решения или проведения мини-соревнований могут использоваться предметные курсы НТО на платформе Stepik. Также возможно привлечение других преподавателей-предметников для проведения занятий в случае, если у наставника недостаточно компетенций в области предметных олимпиад.

Инженерный тур состоит из курса или теоретических материалов, погружающих участников в тематику профиля, и теоретических и практических заданий, как правило связанных с теорией.

Первый отборочный этап

Предметный тур. Информатика и информационные технологии

Первая волна. Задачи 8–11 класса

Задача II.1.1.1. Авиакомпания (9 баллов)

Темы: базы данных.

Условие

Даны фрагменты двух таблиц базы данных некоторой авиакомпании. Исходя из информации данных таблиц, определите, сколько человек вылетели из Москвы в интервале от 12 до 18 часов за 05.07.2023 и 06.07.2023.

Обратите внимание, что в разные даты один и тот же номер рейса может иметь разные пункты вылета и пункты прилета.

Таблица II.1.1: passengers

id	first_name	last_name	birth	document	flight_num	flight_date	status
1	Ivan	Ivanov	25.05.1999	*****	104	05.07.2023	True
2	Anna	Smirnova	24.05.2002	*****	104	05.07.2023	False
3	Ekaterina	Kuznetsova	04.02.1996	*****	105	05.07.2023	True
4	Aleksandr	Popov	06.04.1994	*****	103	05.07.2023	True
5	Elena	Vasilieva	03.11.1994	*****	104	05.07.2023	False
6	Sergei	Petrov	25.06.1984	*****	103	05.07.2023	False
7	Daniil	Sokolov	07.12.2000	*****	101	06.07.2023	True
8	Anastasia	Mikhailova	15.12.2002	*****	103	05.07.2023	True
9	Mikhail	Novikov	05.02.1993	*****	105	05.07.2023	True
10	Elizaveta	Fedorova	18.05.2004	*****	102	05.07.2023	True
11	Evgeniy	Morozov	26.09.2001	*****	101	05.07.2023	True
12	Semen	Volkov	16.08.1988	*****	103	05.07.2023	True
13	Vladislav	Alekseev	18.07.1981	*****	102	05.07.2023	True
14	Maksim	Lebedev	20.03.1988	*****	104	05.07.2023	False
15	Aleksandra	Semenova	27.06.1998	*****	102	05.07.2023	True
16	Kristina	Egorova	03.06.1999	*****	101	05.07.2023	True
17	Arina	Pavlova	21.05.1983	*****	102	05.07.2023	True
18	Dmitriy	Kozlov	07.05.1982	*****	101	06.07.2023	False
19	Danil	Stepanov	02.08.1986	*****	101	06.07.2023	True
20	Anna	Nikolaeva	20.04.1981	*****	101	05.07.2023	True
21	Rostislav	Orlov	27.03.1987	*****	101	06.07.2023	False

Таблица II.1.2: `flights`

id	flight_num	departure	arrival	flight_date	flight_date	status
1	101	Moscow	Kazan	05.07.2023	14:00	True
2	102	Moscow	Sochi	05.07.2023	15:30	False
3	103	Vladivostok	Novosibirsk	05.07.2023	09:00	True
4	104	Moscow	Ufa	05.07.2023	17:20	True
5	105	Moscow	Saint Petersburg	05.07.2023	19:00	True
6	101	Kazan	Kaliningrad	06.07.2023	11:15	True

Таблица `passengers` является информацией о пассажирах, которые приобрели билеты на рейсы данной авиакомпании.

В колонках:

- `id` — номер записи в таблице;
- `first_name` — имя пассажира;
- `second_name` — фамилия пассажира;
- `birth` — дата рождения;
- `document` — номер документа, по умолчанию в авиакомпании он скрыт;
- `flight_num` — номер рейса, на который пассажир приобрел билет;
- `flight_date` — дата вылета рейса;
- `status` — активен ли статус пассажира на данный рейс, если `True` — пассажир полетит (или уже полетел), `False` — билет был сдан.

Таблица `flights` является информацией о рейсах авиакомпании.

В колонках:

- `id` — номер записи в таблице;
- `flight_num` — номер рейса;
- `departure` — город вылета;
- `arrival` — город прилета;
- `flight_date` — дата вылета рейса;
- `departure_time` — время вылета рейса;
- `status` — активен ли статус рейса, если `True` — будет выполнен (или уже выполнен), `False` — рейс отменен.

Решение

Исходя из условия задачи, выберем те рейсы, которые подходят, их всего два.

101	Moscow	Kazan	05.07.2023	14:00	True
104	Moscow	Ufa	05.07.2023	17:20	True

Далее идем по таблице и ищем всех людей, которые летят 05.07.2023 номерами рейсов 101 или 104 со статусом `True`.

Людей с номером рейса 101, но датой вылета 06.07.2023 в расчет не берем, так как этот рейс не вылетает из Москвы.

1	Ivan	Ivanov	25.05.1999	*****	104	05.07.2023	True
11	Evgeniy	Morozov	26.09.2001	*****	101	05.07.2023	True
16	Kristina	Egorova	03.06.1999	*****	101	05.07.2023	True
20	Anna	Nikolaeva	20.04.1981	*****	101	05.07.2023	True

Ответ: 4.

Задача II.1.1.2. Вечный XOR (9 баллов)

Темы: алгебра логики.

Условие

Дано число 11011001 в двоичной системе счисления. К данному числу применяется операция XOR на другое, неизвестное нам, восьмизначное число в двоичной системе счисления. После операции выполняется проверка: если результат операции меньше восьмизначного, к нему дописываются незначащие нули. Такой проверкой мы поддерживаем восьмизначный формат числа. После этого операция XOR и проверка выполняются снова в той же последовательности так до бесконечности...

Определите восьмизначное неизвестное число, которое применяется в операции XOR, если известно, что на 127 применении операции в этом алгоритме результат до проверки был равен 1100011.

Решение

Заметим одну интересную особенность функции XOR: если взять результат операции XOR числа 217 и любого числа x (допустим 3) и к результату вновь применить операцию XOR с числом x (в нашем случае 3), то мы вернемся к исходному числу.

$$\begin{array}{rcl}
 11011001 & = & 217 \\
 \wedge & & \\
 1100011 & = & 99 \\
 \hline
 10111010 & = & 186
 \end{array}$$

Получается, что на 127-й по счету операции XOR, то есть нечетной, будет получено промежуточное число, которое по условию равно 1100011 или 99.

Осталось лишь узнать неизвестное число x , которое будет давать 99 в результате XOR с исходным числом 217.

Для этого можно узнать результат XOR между числами 217 и 99.

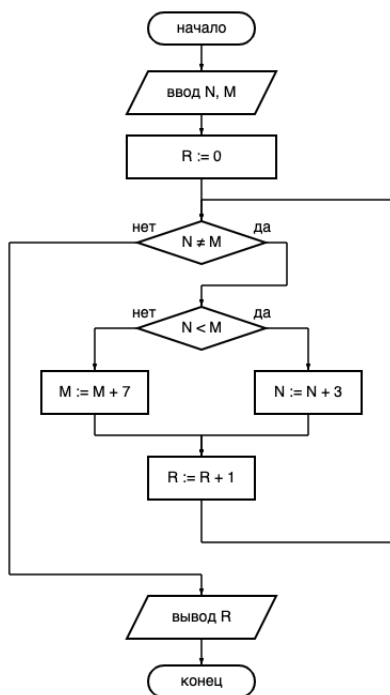
Ответ: 186.

Задача II.1.1.3. Сколько раз (11 баллов)

Темы: анализ алгоритмов.

Условие

Дана блок-схема алгоритма. Какое число будет выведено, если на вход были поданы $N = 41$ и $M = 57$.

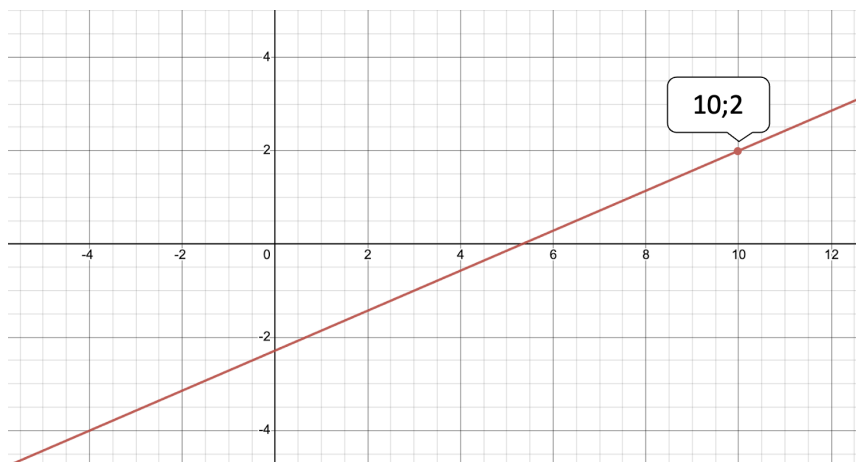


Решение

Начальные значения чисел $n = 41$ и $m = 57$. Как видно из алгоритма, программа будет прибавлять 3 к числу n (если $n < m$) и прибавлять 7 к числу m (если $m < n$) до тех пор, пока эти числа не станут равны. Значит сумма, прибавленная к числу n должна быть больше суммы прибавленной к числу m на $57 - 41 = 16$, из чего можно составить уравнение:

$$3x - 7y = 16.$$

Отсюда можно подобрать два таких целых, минимальных x и y , при которых это уравнение будет верно. Также можно построить график и найти, где он впервые проходит через целые положительные координаты.



Раз $x = 10$, а $y = 2$ то суммарное количество операций будет равно 12.

Ответ: 12.

Задача II.1.1.4. Дорога до работы (11 баллов)

Темы: графы.

Условие

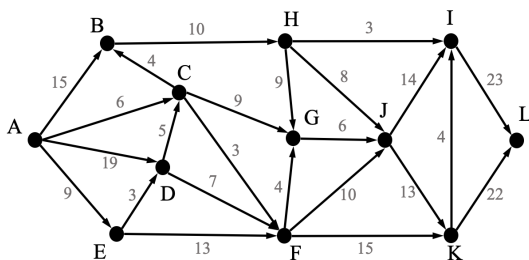
На рисунке приведена схема района «Северный», где каждая вершина графа, показанная латинскими буквами от A до L , обозначают объекты его инфраструктуры, а ребра — дороги между ними.

Гарантируется, что никаких других путей в этом районе нет и что двигаться можно лишь по направлению ребер, которое указано стрелками.

Рядом с каждой дорогой указана ее пропускная способность, которая показывает предельное количество машин, проходящих через эту дорогу за единицу времени.

Буквой A обозначен новый жилой комплекс, а буквой L — IT-парк, в который все ездят на работу с утра.

Ваша задача узнать — какое максимальное количество машин может проходить утром по дорогам этого района в единицу времени или же максимальную пропускную способность данного графа.

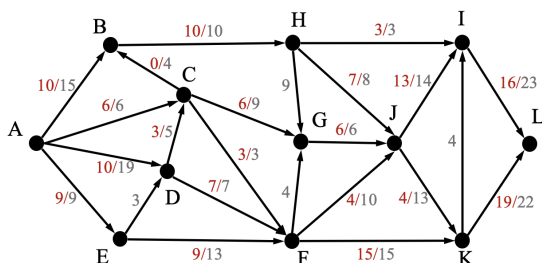


Решение

Для решения этой задачи воспользуемся теоремой **max-flow min cut** о максимальном потоке и минимальном разрезе, которая утверждает, что в сети потоков максимальный объем потока, проходящего от истока к стоку, равен общему весу ребер в минимальном разрезе, т. е. наименьший общий вес ребер, удаление которых отключило бы исток от стока.

Самым минимальным разрезом является удаление ребер BH , CF , DF , AE и GJ с суммой $10 + 3 + 7 + 9 + 6 = 35$, все другие разрезы отключающие исток от стока будут иметь большую сумму.

Стоит отметить, что данную задачу можно было решить и используя алгоритм Форда-Фалкерсона.



Ответ тоже получится $16 + 19 = 35$.

Ответ: 35.

Задача II.1.1.5. Уличный транспорт (14 баллов)

Темы: кодирование.

Условие

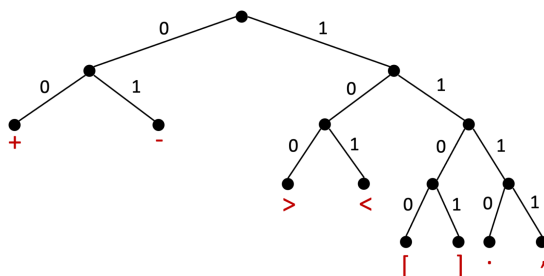
Даня и Ваня на уроке информатики получили очень странное задание. В нем им необходимо определить, какое минимальное количество информации будет содержать сообщение о способе перемещения случайного прохожего. Для этого они

простояли целые сутки на улице и поняли, что прохожие в основном передвигаются одним из пяти следующих вариантов: пешком, на самокате, велосипеде, скейтборде или роликах. Так как Ваня опаздывал на свидание, он решил, что все варианты транспорта равновероятны и убежал. Но Дания заметил одну особенность: пешеходы встречаются с вероятностью 50%, а прохожие на самокате, велосипеде, роликах и скейтбордах с вероятностью 12,5% каждый.

На сколько бит количество информации, содержащееся в сообщении о транспорте прохожего, которое посчитает Ваня, будет отличаться от количества информации, рассчитанного Данией?

Решение

При равномерном посимвольном кодировании Вани: мощность алфавита равна 8, так как всего 8 команд, для кодирования которых по формуле Хартли потребуется 3 бита. Всего в программе 100 символов, а значит, вся программа будет весить $3 \cdot 100 = 300$ бит при неравномерном кодировании Дани.



Тогда получается, что программа будет весить $2 \cdot 2 \cdot 32 + 3 \cdot 2 \cdot 6 + 4^4 \cdot 6 = 260$ бит, что на 40 меньше веса, полученного Ваней.

Ответ: 40.

Задача II.1.1.6. Нули и единицы (14 баллов)

Темы: системы счисления.

Условие

Существует два целых числа x и y , удовлетворяющих выражению $x = 2^i - 1$, $y = 2^j - 1$, где $x \in [1; 64]$.

Определите, сколько существует вариантов выбрать x и y при следующих условиях:

1. $x > y$.
2. Произведение данных чисел в двоичной записи содержит хотя бы одну единицу и хотя бы один ноль.

3. Произведение данных чисел в двоичной записи имеет разницу между количеством единиц и нулей не более 13.

Решение

По условию у нас есть два числа $x = 2^i - 1$, $y = 2^j - 1$, где $1 \leq i, j \leq 54$.

Зная, что любое число $z = 2^n - 1$, где $n \in \mathbb{N}$, выглядит как n единиц:

$$2^3 - 1 = 111_2$$

$$2^4 - 1 = 1111_2$$

и так далее, делаем вывод, что наши числа — это тоже набор от 1 до 64 единиц в двоичной системе счисления.

Кроме того, заметим одно интересное свойство, что если перемножать числа такого вида друг на друга, то результат всегда будет содержать ровно столько нулей, сколько было единиц в меньшем числе, и ровно столько единиц, сколько их было в большем.

Например:

$$\begin{array}{r}
 \times \qquad \qquad \qquad \begin{array}{ccccccc} & & & 1 & 1 & 1 \\ & & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \hline & & & 1 & 1 & 1 \\ & & 1 & 1 & 1 \\ & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1
 \end{array}
 \end{array}$$

или

$$\begin{array}{r}
 \times \qquad \qquad \qquad \begin{array}{cccccccc} & & & & 1 & 1 & 1 & 1 \\ & & & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \hline & & & & 1 & 1 & 1 & 1 \\ & & & 1 & 1 & 1 & 1 \\ & & 1 & 1 & 1 & 1 \\ & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1
 \end{array}
 \end{array}$$

Получается, что для выполнения третьего условия нам необходимо перемножать числа с разницей не более 13 разрядов. При этом для выполнения второго условия число j не должно быть 1, ведь любое число, умноженное на 1, не будет изменяться. А первое условие, что x всегда строго больше y , позволяет избежать повторы, взяв число y за меньшее левое число пары, а x — за большее правое.

Получается, что для $j = 2$ в пару можно взять любое $i \in [3; 15]$, и такое правило будет работать для всех $j \in [2; 51]$

Выходит, что на 50 вариантов взятия j существует по 13 вариантов взятия i , а это уже $50 \cdot 13 = 650$ пар.

Для каждого $j \geq 52$ количество возможных i будет уменьшаться, так как i не может быть больше 64, а значит, для $j = 52$ будет всего 12 возможных вариантов i , для $j = 53$ будет всего 11 возможных вариантов i и так далее, что выплывает в арифметическую прогрессию: $12 + 11 + \dots + 2 + 1 = 78$ вариантов.

Всего получается $650 + 78 = 728$ пар.

Ответ: 728.

Задача II.1.1.7. Кольцевой сборщик (17 баллов)

Темы: программирование.

Условие

На некотором заводе решили расфасовать детали. Каждая деталь имеет свой размер, выраженный как целое число. Для фасовки сотрудники взяли кольцевой сборщик. Кольцевой сборщик — это некий механизм с ячейками разного размера, в которые можно положить деталь. Изначально выбрана для приема детали ячейка под номером 1, каждую секунду она сдвигается на следующую: через секунду будет выбрана для приема ячейка под номером 2, через две секунды — под номером 3 и так далее... Если сборщик дойдет до последней ячейки, он на следующем шагу окажется на ячейке под номером 1. Чтобы разместить деталь в сборщик, необходимо, чтобы размер выбранной для приема ячейки был равен размеру детали. Всего необходимо погрузить n деталей, каждая — имеет свой уникальный размер от 1 до n включительно. Сами они загружаются в сборщик по возрастанию, сначала с размером 1, потом с размером 2, и так далее до размера n включительно. Работники завода попросили у Вас помощи. Они сообщили вам, сколько у них деталей, а также порядок ячеек в кольцевом сборщике, и просят Вас написать программу, которая рассчитает, через сколько все детали будут погружены в кольцевой сборщик. Считайте, что деталь укладывается в кольцевой сборщик моментально.

Формат входных данных

В первой строке входных данных записано число n ($1 \leq n \leq 10^5$) — количество деталей.

Во второй строке записано n целых чисел s_i ($1 \leq s_i \leq n$) — последовательность размеров ячеек в кольцевом сборщике. Все размеры ячеек являются уникальными числами.

Выбранной при старте ячейкой считать первое число последовательности.

Формат выходных данных

Выведите одно число — количество времени, затраченное на расфасовку всех деталей.

Методика проверки

Программа проверяется на 20 тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 0,5 балла. Тесты из условия задачи при проверке не используются.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
4
3 1 4 2
Стандартный вывод
6

Пояснения к примеру

Первая на вход идет деталь с размером 1, чтобы добраться до ячейки с размером 1 необходимо затратить одну су: $3 \rightarrow 1$. Следующая на вход идет деталь с размером 2, чтобы добраться до ячейки с размером 2 необходимо затратить две сы: $1 \rightarrow 4 \rightarrow 2$. Следующая на вход идет деталь с размером 3, чтобы добраться до ячейки с размером 3 необходимо затратить одну су: $2 \rightarrow 3$. Последняя на вход идет деталь с размером 4, чтобы добраться до ячейки с размером 4 необходимо затратить две сы: $3 \rightarrow 1 \rightarrow 4$. Итого было затрачено на расфасовку всех деталей 6 с.

Решение

Заведем отдельный список/словарь, который в качестве индексов будет использовать размеры деталей, а в качестве значений — индексы ячеек для деталей на ленте. Так как детали укладываются последовательно, пройдем циклом по деталям размерами от 1 до N включительно. На момент начала укладки мы расположены над ячейкой под номером 1. Для вычисления времени до нужной нам ячейки, зная, что лента меняет ячейку каждую секунду, воспользуемся следующей формулой «точка расположения ячейки для нужной детали — наше нынешнее положение». Тем самым мы вычислим расстояние до ячейки, что и будет эквивалентно в рамках нашей задаче времени до ячейки.

Если точка расположения нашей ячейки находится позади нашей позиции, проверен полный круг по ленте, вернувшись в стартовое положение, и добавим расстояние до нужной ячейки: « N — наше нынешнее положение + точка расположения ячейки для нужной детали». После каждого перемещения по ленте обновляем нынешнюю позицию на точку, до которой мы дошли на этом шагу: «наше нынешнее положение = точка расположения ячейки для нужной детали». Суммируем все рассчитанные расстояния и получаем полное время, за которое мы обойдем всю ленту и уложим все детали.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1  n = int(input())
2  indexes = dict()
3  arr = list(map(int, input().split()))
4  for i in range(n):
5      indexes[arr[i]] = i
6      current_index = result = 0
7  for i in range(n):
8      if current_index < indexes[i + 1]:
9          result += indexes[i + 1] - current_index
10     else:
11         result += n + indexes[i + 1] - current_index
12         current_index = indexes[i + 1]
13  print(result)

```

Задача II.1.1.8. Кредиты в банке (17 баллов)

Темы: программирование.

Условие

В некотором банке регулярно проходит огромное количество транзакций в сутки. Все эти транзакции (без указания личных данных клиентов) отображаются в логах банка. Это сделано для того, чтобы можно было анализировать количество денег, которые клиенты внесли в банк. Как вы знаете, банки обладают возможностью выдавать кредиты своим клиентам, но они их выдают из денег, которые вложили другие клиенты. И, естественно, чтобы выдать кредит, банк должен иметь в наличии ту сумму, на которую он это хочет сделать. Нормальной системы контроля денег у банка, о котором у нас в задаче идет речь, нет, поэтому они это делают через логи. Они узнают по ним гарантированное количество уникальных денежных единиц, которое было зафиксировано, и тем самым определяют гарантированную сумму, которую могут выдать в кредит.

Вам был дан некий отрезок из логов этого банка. Каждый клиент закодирован уникальным номером. Определите, какое гарантированное количество уникальных денежных единиц есть у банка на кредит. Для подробного понимания, как высчитывается гарантированная величина уникальных денежных единиц, смотрите пояснение к примеру.

Формат входных данных

На вход программе в первой строке поступает целое число n $1 \leq n \leq 10^5$ — количество операций в логах. В следующих n строках записано по три целых числа $from$ ($1 \leq from \leq 500$), to ($1 \leq to \leq 500$), $from \neq to$, и $amount$ ($1 \leq amount \leq 10^9$) — клиенты, которые отправили и получили деньги соответственно, а также количество денежных единиц.

Формат выходных данных

Программа должна вывести одно число — гарантированное количество уникальных денежных единиц, которые были зафиксированы по логам.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод	
3	
1 2 50	
2 3 30	
3 1 40	
Стандартный вывод	
60	

Пояснение к примеру

В примере первая транзакция производится между клиентами 1 и 2 на величину 50 денежных единиц. До этого эти деньги не были в логах, а значит, это 50 уникальных денежных единиц. Далее идет транзакция между клиентами 2 и 3 на величину 30 денежных единиц. Как мы знаем из первой транзакции, у клиента под номером 2 есть 50 денежных единиц, и, соответственно, эти 30 денежных единиц могли быть пересланы из этих 50, поэтому мы не можем заявлять, что это гарантировано уникальные денежные единицы. В случае, если клиент 2 отправит 30 денежных единиц клиенту 3, то у него может остаться $50 - 30 = 20$ денежных единиц. Следующая транзакция происходит между клиентами 3 и 1 на величину 40 денежных единиц. Так как у клиента 3 нам известно только 30 денежных единиц, которые были отправлены от клиента 2, то оставшиеся $40 - 30 = 10$ будут уникальными единицами денег, так как до этого о них речь нигде в логах не шла. Итого, у нас получается $50 + 10 = 60$ гарантировано уникальных денежных единиц.

Решение

Заведем некий список/словарь, который будет хранить, сколько на данный момент у клиентов денег, которые нам известны, а также переменную, в которую будем записывать количество уникальных денег. Изначально мы не знаем ни одной транзакции, следовательно, про каждого клиента мы знаем о наличии 0 денег. Запускаем цикл, в котором обрабатываем каждую транзакцию следующим образом: от отправителя мы вычитаем сумму денег, которая указана в переводе, которую он отправил, а получателю их начисляем. Если счет отправителя становится отрицательным, следовательно, были отправлены деньги, о которых мы ранее не знали, следовательно, обновляем значение уникальных денег, добавляя модуль отрицательного баланса (той части денег, о которых мы ранее не знали). После этого запишем на баланс отправителя, что у него 0 денег, так как больше нет неизвестных денег. Обработав все транзакции таким образом, в конце выводим переменную с количеством уникальных денег.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1  n = int(input())
2  bank_accounts = dict()
3  unique_moneys = 0
4  for i in range(n):
5      from_user, to_user, amount = map(int, input().split())
6      if to_user not in bank_accounts:
7          bank_accounts[to_user] = 0
8      bank_accounts[to_user] += amount
9      if from_user not in bank_accounts:
10         bank_accounts[from_user] = 0
11     bank_accounts[from_user] -= amount
12     if bank_accounts[from_user] < 0:
13         unique_moneys += abs(bank_accounts[from_user])
14         bank_accounts[from_user] = 0
15 print(unique_moneys)

```

Вторая волна. Задачи 8–11 класса

Задача II.1.2.1. Жилой дом (7 баллов)

Темы: базы данных.

Условие

Дан фрагмент таблицы базы данных некоторого жилого дома.

Таблица II.1.3: `livers`

id	first_name	last_name	birth	sex	flight_num
1	Ivan	Ivanov	25.05.1999	male	101
3	Ekaterina	Kuznetsova	04.02.1996	female	103
4	Aleksandr	Popov	06.04.1994	male	102
5	Elena	Vasilieva	03.11.1994	female	103
6	Sergei	Petrov	25.06.1984	male	102
7	Daniil	Sokolov	07.12.2000	male	102
8	Anastasia	Mikhailova	15.12.2002	female	103
9	Mikhail	Novikov	05.02.1993	male	103
10	Elizaveta	Fedorova	18.05.2004	female	104
11	Evgeniy	Morozov	26.09.2001	male	105
12	Semen	Volkov	16.08.1988	male	106
13	Vladislav	Alekseev	18.07.1981	male	104
14	Maksim	Lebedev	20.03.1988	male	106
15	Aleksandra	Semenova	27.06.1998	female	105
16	Kristina	Egorova	03.06.1999	female	107
17	Arina	Pavlova	21.05.1983	female	107
18	Dmitriy	Kozlov	07.05.1982	male	107
19	Danil	Stepanov	02.08.1986	male	108
20	Anna	Nikolaeva	20.04.1981	female	109
21	Rostislav	Orlov	27.03.1987	male	109

Таблица `livers` является информацией о пассажирах, которые проживают в доме.

В колонках:

- `id` — номер записи в таблице;
- `first_name` — имя проживающего;
- `second_name` — фамилия проживающего;
- `birth` — дата рождения;
- `sex` — пол проживающего: `male` — мужчина, `female` — женщина;
- `flat_num` — в какой квартире проживает человек.

Исходя из информации данной таблицы, определите, сколько есть потенциальных пар/семей в доме. Потенциальной парой/семьей будем называть таких проживающих, которые живут в одной квартире, имеют разный пол, а также разница их возрастов не превышает пять лет. В каждой квартире может проживать только одна пара, но не обязательно только два человека.

Решение

Учитывая, что в каждой квартире может проживать только одна пара, но не обязательно только два человека, надо проверить каждую квартиру на наличие хотя бы одной такой пары, удовлетворяющей условию задачи:

- 101: жители 1 и 2 разных полов с разницей в возрасте менее пяти лет — подходит;
- 102: жители 4, 6 и 7 одинаковых полов — не подходит;
- 103: жители 3, 5, 8 и 9, при этом у жителей 5 и 9 разный пол с разницей в возрасте менее пяти лет — подходит;
- 104: жители 10 и 13 разных полов с разницей в возрасте более пяти лет — не подходит;
- 105: жители 11 и 15 разных полов с разницей в возрасте менее пяти лет — подходит;
- 106: жители 12 и 14 одинаковых полов — не подходит;
- 107: жители 16, 17 и 18, при этом у жителей 17 и 18 разный пол с разницей в возрасте менее пяти лет — подходит;
- 108: житель 19 — не подходит;
- 109: жители 20 и 21 разных полов с разницей в возрасте более пяти лет — не подходит.

Итого получается четыре пары.

Ответ: 4.

Задача II.1.2.2. Десятки (9 баллов)

Темы: системы счисления.

Условие

Назовите максимальную систему счисления, где для чисел 10^i ($1 \leq i \leq 9$) при переводе в выбранную систему счисления их длина равна i .

Решение

Чтобы выполнялось условие, описанное в задаче, необходимо подставить под i максимальное значение (в рамках задачи это 9), и выбирать систему счисления до того момента, пока длина числа 10^i в некоторой системе счисления равна i . После того, как условие не будет выполняться, число никак не увеличится в размере, а, следовательно, не будет больше систем счисления, удовлетворяющих условию.

Так как длина числа 10^9 в десятичной системе счисления больше 9, начнем с 11-ричной системы счисления:

11-ричная система счисления — $10^9 = 47352388a$ (длина 9).

12-ричная система счисления — $10^9 = 23aa93854$ (длина 9).

13-ричная система счисления — $10^9 = 12c23a19c$ (длина 9).

14-ричная система счисления — $10^9 = 96b4b6b6$ (длина 8) — условие не выполнено.

Максимальная система счисления 13-ричная.

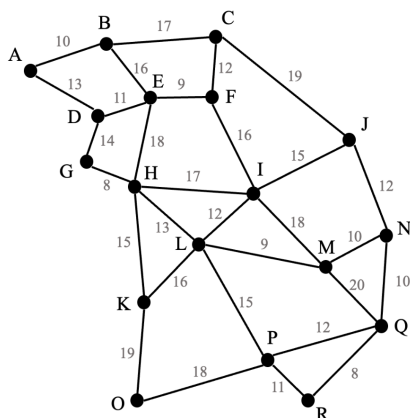
Ответ: 13.

Задача II.1.2.3. Дорожные работы (11 баллов)

Темы: теория графов.

Условие

Министерству транспорта некоторого города поступил запрос с обновлением асфальтоукладочного покрытия между важными элементами инфраструктуры. Однако совсем скоро зима, поэтому автомагистрали и дороги нужны проложить как можно скорее. Все возможные варианты прокладки дорог с требуемым для этого временем указаны на рисунке.



Решение

Из условия известно, что консерж проходит номера последовательно их кратности (сначала номера с кратностью 1, затем с кратностью 2 и т. д.).

Сделаем вывод: сколько раз номер в отеле кратен некоторым числам, столько раз его и посетят. Все числа, на которые номер комнаты кратен — это делители нашего номера, следовательно, сколько делителей у номера комнаты — столько раз ее и посетят.

Определим, в каком порядке происходят действия с дверьми:

- каждую нечетную операцию дверь меняет свое состояние с открытой на закрытую;
- каждую четную операцию дверь меняет свое состояние с закрытой на открытую (дверь будет закрыта, так как до этого была нечетная операция).

Следовательно, номер с последней закрытой дверью — это самое большое число номера, над которым проведено нечетное количество операций, или, исходя из ранее выведенного условия, нечетное количество делителей.

Нечетное количество различных делителей имеют только числа, которые являются квадратами (например, $4 = 2^2$, $81 = 9^2$). Следовательно, найдем самый большой квадрат, который меньше 9999. Ближайший полный квадрат к 9999, это $10000 = 100^2$. 10000 является большим результатом, поэтому возьмем меньший на единицу (минимальный шаг) квадрат: $(100 - 1)^2 = 99^2 = 9801$. $9801 < 9999$, а также является наибольшим квадратом, так как следующий квадрат уже превышает номер последней комнаты.

Ответ: 9801.

Задача II.1.2.5. Футбольный турнир (14 баллов)

Темы: кодирование.

Условие

В этом году проходит ежегодный футбольный турнир среди Assembler-программистов. Ежегодно это соревнование объединяет миллионы людей со всего мира, каждый с нетерпением ждет его проведения. Сейчас на соревнование было зарегистрировано 512 команд. Все соревнование проходит в три этапа: отборочный этап, групповой этап и финальный этап. Во время отборочного этапа проходит четыре стадии турнира: $\frac{1}{256}$, $\frac{1}{128}$, $\frac{1}{64}$ и $\frac{1}{32}$. Все матчи проходят по 90 мин основного времени, и, в случае ничейного результата, добавляется дополнительное время 30 мин. Если после 120 мин матча не удастся выявить победителя, проходит серия пенальти.

После отборочного этапа остается 32 команды, и они попадают в групповой этап. Все эти команды случайным образом распределяются по восьми группам, и в процессе этапа они сыграют каждый с каждым по два раза, то есть любая команда на этой стадии сыграет 6 матчей. Во время группового этапа матчи проходят только по 90 мин, независимо от результата.

По итогам группового этапа в финальную стадию проходит 16 лучших команд, и они начинают играть за кубок футбольного ассемблера. Всего проходит 4 стадии: $\frac{1}{8}$,

$\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ и финал, матча за третье место нет. Во время финальной стадии сохраняются те же правила проведения матчей, что и в отборочном этапе: 90 + 30 + серия пенальти.

Данный турнир проводится не первый год, и организаторы прекрасно знают из своей статистики, что в дополнительное время в отборочном этапе заканчивается не более 10% матчей, а также не более 20% матчей в финальном этапе.

Организаторы хотят, чтобы весь турнир прошел на высшем уровне и без нареканий, но у них возник вопрос: сколько памяти надо выделить, чтобы гарантировано сохранить все результаты матча. Организаторы хотят хранить отчеты по матчам поминно, выделяя на каждую мину по 2 байта. Серию пенальти они решили не хранить, а записывать гол на счет победителя на 120 минут. Каждый этап соревнования хранится отдельно, независимо от других, в килобайтах. Исходя из статистических данных процентов матчей, заканчивающихся в основное или дополнительное время, а также формата турнира, рассчитайте, какое минимальное целое количество памяти нужно выделить в килобайтах, чтобы гарантировано удалось сохранить все результаты турнира поминно.

Считать, что 1 Кбайт равен 1024 байтам.

Решение

Для сохранения матча длительностью 90 мин потребуется 180 байт, для 120-минутного матча — 240 байт.

Отборочный этап

В $\frac{1}{256}$ стадии пройдет $\frac{512}{2}$ (количество команд, участвующих в матче) = 256 матчей, и, следовательно, в следующую стадию пройдет 256 команд.

В $\frac{1}{128}$ стадии пройдет $\frac{256}{2}$ (количество команд, участвующих в матче) = 128 матчей, и, следовательно, в следующую стадию пройдет 128 команд.

В $\frac{1}{64}$ стадии пройдет $\frac{128}{2}$ (количество команд, участвующих в матче) = 64 матча, и, следовательно, в следующую стадию пройдет 64 команды.

В $\frac{1}{32}$ стадии пройдет $\frac{64}{2}$ (количество команд, участвующих в матче) = 32 матча, и, следовательно, в следующую стадию пройдет 32 команды.

Всего за отборочную стадию пройдет $256 + 128 + 64 + 32 = 480$ матчей, не более 10% из которых могут закончиться в дополнительное время с серией пенальти: $480 \cdot 0,1 = 48$ матчей; в основное время закончится: $480 - 48 = 432$ матча.

Следовательно, для хранения данных о матчах в отборочном этапе потребуется: $432 \cdot 180 + 48 \cdot 240 = 89280$ байт.

Групповой этап

Всего будет 32 команды, поделенных равномерно на 8 групп, следовательно, в каждой группе по 4 команды. Каждая команда сыграет друг против друга по два раза, следовательно, всего будет 6 туров между командами, а в каждом туре будет по 2 матча. Посчитаем, сколько матчей будет проведено всего: $6 \cdot 2 \cdot 8 = 96$ матчей. Все матчи пройдут только в основное время: $96 \cdot 180 = 17280$ байт.

Финальный этап

В $\frac{1}{8}$ стадии пройдет $\frac{16}{2}$ (количество команд, участвующих в матче) = 8 матчей, и, следовательно, в следующую стадию пройдет 8 команд.

В $\frac{1}{4}$ стадии пройдет $\frac{8}{2}$ (количество команд, участвующих в матче) = 4 матча, и, следовательно, в следующую стадию пройдет 4 команды.

В $\frac{1}{2}$ стадии пройдет $\frac{4}{2}$ (количество команд, участвующих в матче) = 2 матча, и, следовательно, в следующую стадию пройдет 2 команды.

В финале пройдет всего 1 матч.

Всего за финальную стадию пройдет $8 + 4 + 2 + 1 = 15$ матчей, не более 25% из которых могут закончиться в дополнительное время с серией пенальти: $15 \cdot 0,25 = 3,75$ матча. Так как в условии задачи указано **не более**, то округляем в меньшую сторону: 3 матча; в основное время закончится: $15 - 3 = 12$ матчей.

Следовательно, для хранения данных о матчах в отборочном этапе потребуется: $12 \cdot 180 + 3 \cdot 240 = 2880$ байт.

Переведем все значения из байт в КБайт:

- для хранения отборочного этапа потребуется $89280/1024 = 87,1875 = 88$ Кбайт;
- для хранения группового этапа потребуется $17280/1024 = 16,875 = 17$ Кбайт;
- для хранения финального этапа потребуется $2880/1024 = 2,8125 = 3$ Кбайт.

Всего для хранения таблицы потребуется: $88 + 17 + 3 = 108$ Кбайт.

Ответ: 108.

Задача II.1.2.6. Фиктивные переменные (14 баллов)

Темы: алгебра логики.

Условие

Дана логическая функция, состоящая из семи переменных:

$$(((a \wedge b) \vee (\neg a \wedge (\neg a \vee e) \wedge b)) \rightarrow (c \wedge (d \vee e)) \vee (\neg c \wedge d) \vee (e \wedge \neg c)), \wedge (\neg f \vee (g \wedge f) \vee \neg g).$$

Фиктивными переменными называются те переменные, которые не влияют на результат функции. Выясните, какие переменные являются фиктивными. В ответе укажите их в любом порядке слитно, без пробелов, запятых и иных знаков. Гарантируется, что есть минимум две фиктивные переменные, а также существует хотя бы одна переменная, от которой зависит результат функции.

Решение

Преобразуем выражение:

$$\neg a \wedge (\neg a \vee e) = \neg a.$$

Рассмотрим левую часть, заметим, что:

$$(((a \wedge b) \vee (\neg a \wedge b)) \rightarrow (c \wedge (d \vee e)) \vee (\neg c \wedge d) \vee (e \wedge \neg c))) \wedge (\neg f \vee (g \wedge f) \vee \neg g).$$

Теперь обратим внимание на $(a \wedge b) \vee (\neg a \wedge b)$, потому что по свойству склеивания это будет просто b :

$$((b \rightarrow (c \wedge (d \vee e)) \vee (\neg c \wedge d) \vee (e \wedge \neg c))) \wedge (\neg f \vee (g \wedge f) \vee \neg g).$$

Во второй скобке можно заметить общий множитель $\neg c$, который можно вынести за скобки (свойство дистрибутивности):

$$((b \rightarrow (c \wedge (d \vee e)) \vee (\neg c \wedge (d \vee e)))) \wedge (\neg f \vee (g \wedge f) \vee \neg g).$$

Далее общий множитель $(d \vee e)$, который тоже можно вынести за скобки (свойство дистрибутивности):

$$((b \rightarrow (d \vee e) \wedge (c \vee \neg c)) \wedge (\neg f \vee (g \wedge f) \vee \neg g)).$$

Здесь $c \vee \neg c = 1$, а значит функция принимает вид:

$$((b \rightarrow (d \vee e)) \wedge (\neg f \vee (g \wedge f) \vee \neg g)).$$

Уберем лишние скобки:

$$(b \rightarrow (d \vee e)) \wedge (\neg f \vee (g \wedge f) \vee \neg g).$$

Теперь преобразуем правую часть, по закону поглощения:

$$\neg f \vee (g \wedge f) = \neg f \vee g,$$

после этого логическое выражение имеет следующий вид:

$$(b \rightarrow (d \vee e)) \wedge (\neg f \vee g \vee \neg g).$$

Так как $g \vee \neg g = 1$, то и вся скобка тоже превращается в 1, следовательно, функция принимает вид:

$$\neg b \vee d \vee e.$$

Значит, фиктивными переменными являются a, c, f, g .

Ответ: $acfg$.

Задача II.1.2.7. Прогнозирование (17 баллов)

Темы: программирование.

Условие

Сегодня проходит финал по перетягиванию каната. В нем принимают участие две команды: синих и красных. Обе команды проделали большой путь до этого финала ради призового фонда с конфетами. Но на днях команда красных предложила главному тренеру команды синих конфет за то, чтобы они проиграли. И те и другие будут в плюсе, ведь тогда команда красных заберет призовой фонд, а команда синих получит гарантированные конфеты за проигрыш.

После того как он получил конфеты, руководители команды красных попросили узнать, сколько матчей они смогут гарантированно проиграть. Они дали ему один день на обдумывание, чем он и занялся. Тренер помнит, что финал проходит по следующим правилам: от команды представляются n человек, и в рамках финала

проходит также n матчей. В первом матче канат тянут по одному человеку с каждой стороны, во втором матче канат тянут по два человека с каждой стороны, на третий три, и так далее до того, пока канат не будут тянуть с каждой стороны по n человек. Побеждает в матчах та команда, у которой больше суммарная сила на сторону. Если силы равны, объявляется ничья. Тренер знает силы и своей команд, и команды соперника, и вправе на каждый матч сам решать, кто участвует за команду синих. Также он знает, что команда красных будет ставить максимально оптимально своих участников на матч.

Исходя из этого, он просит вас написать программу, которая посчитает, какое максимальное количество матчей он может проиграть, если будет сам решать кто в каком матче участвует.

Формат входных данных

В первой строке входных данных записано целое число n ($1 \leq n \leq 2 \cdot 10^5$) — количество участников в каждой команде и одновременно количество матчей в финале. Во второй строке записано n целых чисел a_i ($1 \leq a_i \leq 10^9$) — силы участников команды синих. В третьей строке записано n целых чисел b_i ($1 \leq b_i \leq 10^9$) — силы участников команды красных.

Формат выходных данных

Выведите одно целое число — максимальное количество матчей, которое команда синих может проиграть.

Методика проверки

Программа проверяется на 20 тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 0,5 балла. Тесты из условия задачи при проверке не используются.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
5
2 3 1 4 3
1 2 1 2 2
Стандартный вывод
2

Пояснения к примеру

Команда синих может проиграть первых два матча. В первом матче они поставят участника с силой 1 против участника команды красных с силой 2.

Во втором матче они поставят участников с силой 1 и 2 против участников команды красных с силами 2 и 2.

В третьем матче можно сделать ничью, но проиграть не получится. В четвертом и пятом матче команда синих может только выиграть.

Решение

Отсортируем силы участников обеих команд. Также создадим две переменные, в которых будут храниться суммарные силы участников команд на определенный раунд. Эти суммы на каждый раунд будут наполняться следующим образом: в команду синих мы будем добавлять самого слабого свободного участника из команды, в то время как в команду красных мы будем добавлять самого сильного свободного участника из команды. Тем самым мы постоянно будем задавать команде синих наиболее слабый состав на каждый раунд, а команде красных, наоборот, наиболее сильный. Посчитаем, в скольких случаях команда синих была слабее команды красных, и выведем данный результат.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1  n = int(input())
2  blue_team = sorted(list(map(int, input().split())))
3  red_team = sorted(list(map(int, input().split())))
4  blue_sum = 0
5  red_sum = 0
6  res = 0
7  for i in range(n):
8      blue_sum += blue_team[i]
9      red_sum += red_team[-i - 1]
10     if blue_sum < red_sum:
11         res += 1
12 print(res)
13

```

Задача II.1.2.8. Магические ключи (17 баллов)

Темы: программирование.

Условие

Даня попал в магический коридор, в котором он видит n дверей с разными замочными скважинами. Незвестный голос говорит ему повернуть голову влево, что он без каких-либо сомнений делает. Перед ним открылась следующая картина: стол, а на нем — неограниченное количество m видов ключей, а также карта, на которой расписано, какая дверь каким ключом открывается.

Все бы ничего, но Даня снова услышал неизвестный голос, который произнес следующие слова: «Эти ключи не простые, а магические. Как только ты используешь ключ, у тебя есть k у. е. времени, чтобы воспользоваться им повторно, иначе он разрушится. Но если ты повторно воспользуешься ключом, он обновится, и у тебя снова будет k у. е. времени, чтобы им воспользоваться повторно. Каждая дверь

открывается ключом за 1 у. е. времени. Если ты хочешь выбраться из этого коридора, воспользуйся картой и собери все ключи, которые тебе нужны, иначе ты здесь останешься на века».

В этой ситуации каждый будет брать все и как можно больше, но не Дания. Он решил быть рациональным и не забивать все карманы ненужными ключами. Он отправил вам по «аске» карту и информацию про все магические свойства ключей, и просит написать программу, которая рассчитает минимальное количество ключей каждого вида, которые должен взять Дания, а также их суммарное количество.

Формат входных данных

В первой строке входных данных записано три целых числа n ($1 \leq n \leq 10^6$), m ($1 \leq m \leq 1000$) и k ($1 \leq k \leq 2000$) — количество дверей, ключей и время действия ключа после первого использования соответственно.

Во второй строке записано n целых чисел a_i ($1 \leq a_i \leq m$) — номер ключа, которым можно открыть дверь под номером i . Гарантируется, что на каждый вид ключа будет не более 1000 дверей, которые им открываются.

Формат выходных данных

Выведите в первой строке одно число — общее количество ключей, которое необходимо с собой взять. Во второй строке выведите n чисел — сколько ключей надо взять на каждый вид по отдельности. Вывод количества ключей идет по порядку: сначала количество ключей с номером 1, затем — с номером 2, и так далее.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
5 2 2
2 1 2 2 1
Стандартный вывод
3
2 1

Пояснение к примеру

Для открытия первой двери нужен новый ключ с номером 2. Для открытия второй нужен новый ключ с номером 1. Для открытия третьей двери мы можем воспользоваться ранее взятым ключом 2, так как его время действия еще не закончилось еще. Для открытия четвертой двери воспользуемся ранее взятым ключом 2, так как мы его на предыдущей двери обновили, и теперь отсчет его времени действия начался снова. Для открытия пятой двери нужен новый ключ с номером 1, так как предыдущий ключ потерял свое действие. Итого нам нужно два ключа с номером 1 и один ключ с номером 2.

Решение

Создадим отдельный список/словарь, в который будем записывать в качестве индексов/ключей номера ключей от дверей, а в качестве значений под индексами/ключами будет храниться список индексов дверей, которые открываются этими ключами. После этого запускаем цикл, доставая индексы дверей по определенному ключу и вычисляем, сколько нужно ключей определенного типа, чтобы открыть все двери, которые подходят под него. Для того чтобы понимать, нужен новый ключ или нет, воспользуемся следующим условием: если разница между позицией двери и предыдущей двери, открываемой данным ключом, больше времени активности ключа, то требуется новый ключ, в ином случае нет. Если у нас есть хотя бы одна дверь, которая открывается определенным типом ключа, нужно взять минимум один ключ, в ином случае ключи не нужны. Суммируем количество раз, сколько раз, исходя из условия, потребовалось взять еще ключей для дверей, а также добавляем один (чтобы взять первый ключ для дверей). Сохраняем для двери в списке данный результат. В итоге пройдемся по всем ключам и дверям для них и выведем сумму всех ключей, а также по отдельности необходимое количество ключей.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1  n, m, active_time = map(int, input().split())
2  keys = list(map(int, input().split()))
3  arr = [[] for i in range(m)]
4  for i in range(n):
5      arr[keys[i] - 1].append(i)
6  res = 0
7  count_keys = []
8  for doors_by_someone_key in arr:
9      count_keys.append(0)
10     if len(doors_by_someone_key) == 0:
11         continue
12     prev_door = doors_by_someone_key[0]
13     res += 1
14     count_keys[-1] += 1
15     for door in doors_by_someone_key:
16         if door - prev_door > active_time:
17             res += 1
18             count_keys[-1] += 1
19     prev_door = door
20  print(res, count_keys, sep='\n')
```

Третья волна. Задачи 8–11 класса

Задача II.1.3.1. Аренда авто (7 баллов)

Темы: базы данных.

Условие

Даны фрагменты двух таблиц базы данных некоторой каршеринговой компании.

Таблица II.1.4: Операции

id	Имя	Фамилия	Пол	Дата аренды	id авто	Сумма аренды	Штраф
1	Данил	Смирнов	м	03.08.2023	104	242	Есть
2	Екатерина	Кузнецова	ж	04.08.2023	106	314	Нет
3	Сергей	Попов	м	06.08.2023	105	147	Есть
4	Анастасия	Васильева	ж	08.08.2023	103	150	Нет
5	Елизавета	Штольц	м	10.08.2023	103	219	Есть
7	Дмитрий	Солоков	м	10.08.2023	10	300	Нет
8	Елена	Новикова	ж	12.08.2023	103	258	Есть
9	Михаил	Федоров	м	17.08.2023	10	294	Есть
10	Филипп	Морозов	м	18.08.2023	102	190	Нет
11	Евгений	Волков	м	20.08.2023	101	178	Нет
12	Владислав	Алексеев	м	25.08.2023	103	218	Нет
13	Максим	Лебедев	м	25.08.2023	102	176	Нет
14	Александра	Семенова	ж	28.08.2023	104	315	Есть
15	Арина	Егорова	ж	01.09.2023	102	233	Есть
16	Кристина	Павлова	ж	03.09.2023	101	166	Есть
17	Даниил	Казаченко	м	03.09.2023	102	252	Нет
18	Иван	Козлов	м	04.09.2023	101	323	Есть
19	Агата	Орлова	ж	06.09.2023	106	181	Нет
20	Владимир	Николаев	м	06.09.2023	101	271	Нет
21	Ростислав	Никифоров	м	07.09.2023	106	199	Есть

Таблица II.1.5: Автомобили

id	id авто	Марка	Модель	Номер	Год выпуска	Тип двигателя
1	101	Renault	Kaptur	K123ДЖ 50	2019	бензиновый
2	102	Renault	Logan	K015ТИ 50	2019	бензиновый
3	103	Skoda	Octavia	K329ЮТ 50	2019	дизельный
4	104	Skoda	Octavia	K841ГМ 50	2018	бензиновый
5	105	Audi	A3	K418ДВ 50	2013	дизельный
6	106	Renault	Kaptur	K641ЛТ 50	2017	бензиновый

Таблица **Операции** является информацией о арендаторах, которые воспользовались услугами каршеринговой компании.

В колонках:

- id — номер записи в таблице;
- имя — имя клиента;
- фамилия — фамилия клиента;
- пол — пол клиента;
- дата аренды — дата, когда клиент арендовал автомобиль;
- id авто — номер автомобиля, который арендовал клиент;
- сумма аренды — итоговая сумма аренды автомобиля клиентом;
- штраф — имеет ли клиент штраф за поездку.

Таблица **Автомобили** является информацией об автомобилях компании.

В колонках:

- id — номер записи в таблице;
- id авто — номер автомобиля, который арендовал клиент;
- марка — марка автомобиля;
- модель — модель автомобиля;
- номер — серийный номер автомобиля;
- год выпуска — год, когда был выпущен автомобиль;
- тип двигателя — тип двигателя автомобиля (бензиновый или дизельный).

Исходя из информации данных таблиц, определите, на сколько больше денег заработала компания на мужчинах, которые арендовали бензиновые автомобили, по сравнению с женщинами, арендовавшими дизельные?

Решение

Автомобили с бензиновыми двигателями имеют id 101, 102, 104, 106.

Автомобили с дизельными двигателями имеют id 103, 105.

Найдем всех мужчин, которые арендовали автомобили с id 101, 102, 104, 106:

id	Имя	Фамилия	Пол	Дата аренды	id авто	Сумма аренды	Штраф
1	Данил	Смирнов	м	03.08.2023	104	242	Есть
7	Дмитрий	Солоков	м	10.08.2023	101	300	Нет
10	Филипп	Морозов	м	18.08.2023	102	190	Нет
11	Евгений	Волков	м	20.08.2023	101	178	Нет
13	Максим	Лебедев	м	25.08.2023	102	176	Нет
17	Даниил	Казаченко	м	03.09.2023	102	252	Нет
18	Иван	Козлов	м	04.09.2023	101	323	Есть
20	Владимир	Николаев	м	06.09.2023	101	271	Нет
21	Ростислав	Никифоров	м	07.09.2023	106	199	Есть

Суммарно получается 2131 руб. Теперь найдем сколько компания заработала на девушках, арендовавших машины с id 103 и 105.

id	Имя	Фамилия	Пол	Дата аренды	id авто	Сумма аренды	Штраф
4	Анастасия	Васильева	ж	08.08.2023	103	150	Нет
8	Елена	Новикова	ж	12.08.2023	103	258	Есть

Итого выходит 408 руб. А значит компания заработал на мужчинах на $2131 - 408 = 1723$ руб. больше.

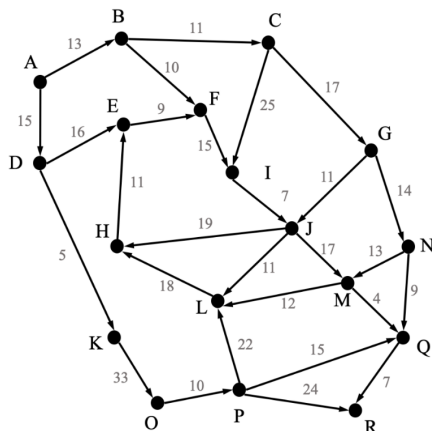
Ответ: 1723.

Задача II.1.3.2. Гонщик (9 баллов)

Темы: теория графов.

Условие

Даня и Ваня играют в одну известную видеоигру «Нужна скорость». Они прошли ее практически всю, за исключением последней сложной миссии. Им нужно как можно дольше скрываться от преследования на время. После многих безуспешных попыток они решили нарисовать карту гоночной локации, которая приведена на рисунке.

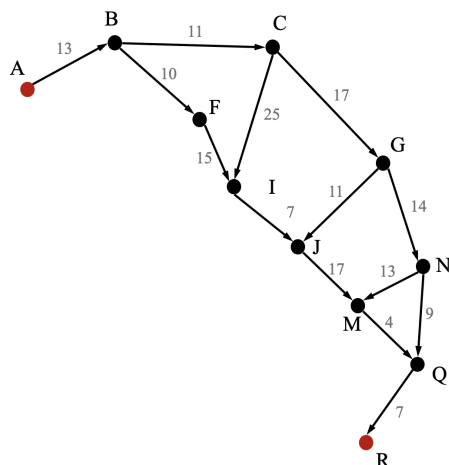


Стартом заезда считается пункт A , а финишем пункт Q . Они замерили максимальное время, которое им удастся продержаться на каждом дорожном участке. После замеров Даня и Ваня просят у вас помощи. Найдите максимально возможное время заезда при условии, что через каждый пункт можно проезжать только один раз и двигаться разрешено только в том направлении, куда указана стрелка.

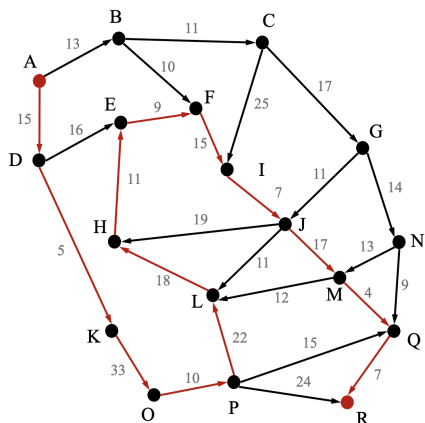
Решение

Заметим, что в графе присутствуют циклы, поэтому попытаемся их разобрать. Очевидно, что после старта есть два основных направления: либо в пункт D (направо), либо в пункт E (вниз).

Если мы идем в пункт B , то мы никогда не сможем попасть в пункт L и H , потому что они вынудят нас пройти через один пункт несколько раз, поэтому картина возможных путей там выглядит очень просто.



Однако если мы идем в пункт D, то мы можем захватить пункт L и H при этом также захватывая и другие пункты из правой части графа.



Применяя обратный алгоритм Дейкстры, сравниваем оба варианта и получаем, что самый долгий путь был на второй картинке, и он составляет 173.

Ответ: 173.

Задача II.1.3.3. Киновечер (11 баллов)

Темы: кодирование.

Условие

Недавно Даня и Ваня ходили в кино на показ новой короткометражки «Опенгеймер».

Они, конечно, были впечатлены актерской игрой и сюжетом, но больше всего им стало интересно, какое же максимальное количество цветов используется в картине. Они решили воспользоваться приложением для скачивания фильмов «Толлент». Из него они узнали, что суммарно произведение весит около 17 Гб при разрешении 1280×720 и частоте кадров 25 к/с, при этом сама картина длится приблизительно 20 мин, а звук кодировался отдельно и весит 1 Гб памяти.

Из этих данных определите, какое максимальное количество цветов могло использоваться в кадре.

Учтите, что в данной задаче:

- 1 Гб = 1024 Мб;
- 1 Мб = 1024 Кб;
- 1 Кб = 1024 Бита.

Решение

Первым делом определим общий объем памяти, в который необходимо уложиться для кодирования визуальной составляющей фильма. Если звук занимает 1 Гб, а весь фильм целиком — 17 Гб, то на кодирование картинки остается 16 Гб.

Вес одного любого кадра фильма будет составлять $1280 \cdot 720 \cdot i$, где i — глубина цвета. Видео — это набор картинок, которые показываются с частотой 25 кадров в секунду (по условию) на протяжении 20 мин (также по условию), вес всего видеофайла можно записать как $V = 1280 \cdot 720 \cdot i \cdot 25 \cdot 20 \cdot 60$.

Выражаем отсюда неизвестную i , а вместо V подставляет найденные 16 Гб, предварительно переведенные в биты:

$$i \leq \frac{16 \cdot 2^{33}}{1280} \cdot 720 \cdot 25 \cdot 20 \cdot 60,$$

$$i \leq 4,971.$$

Очевидно, что глубина цвета быть дробной не может, и округлить в большую сторону ее тоже нельзя, т.к. мы превысим наш размер видео, значит, максимальное количество бит на кодирование цвета, которые мы можем взять, равно 4.

Количество цветов можно легко найти по формуле $N = i^2$, откуда следует, что оно равно 16.

Ответ: 16.

Задача II.1.3.4. Кубическая разница (14 баллов)

Темы: системы счисления.

Условие

Существует некоторое четырехзначное число $x = abcd$ в четверичной системе счисления.

Кроме этого, есть его копия, записанная в обратном порядке, назовем ее $y = dcba$.

Сколько можно выбрать пар чисел x и y так, чтобы модуль их разности являлся кубом какого-либо целого числа?

Решение

По условию задачи имеется четверичное число x , которое можно так и представить $x = abcd$, где переменные $a, b, c, d \in [0; 3]$, так как являются цифрами четверичного алфавита.

Кроме того имеется число y — инвертированная запись числа x , которая равна $y = dcba$, где переменные $a, b, c, d \in [0; 3]$, так как являются цифрами четверичного алфавита.

Представляя числа в десятичной системе счисления, запишем уравнение, что разность чисел x и y равна кубу некоторого числа e :

$$(a \cdot 4^3 + b \cdot 4^2 + c \cdot 4^1 + d \cdot 4^0) - (d \cdot 4^3 + c \cdot 4^2 + b \cdot 4^1 + a \cdot 4^0) = e^3,$$

$$(64a + 16b + 4c + d) - (64d + 16c + 4b + a) = e^3,$$

$$64a + 16b + 4c + d - 64d - 16c - 4b - a = e^3,$$

$$63a + 12b - 12c - 63d = e^3,$$

$$63(a - d) + 12(b - c) = e^3.$$

Учитывая, что $a, b, c, d \in [0; 3]$, так как являются цифрами четверичного алфавита, как можно получить куб в разнице 63 и 12?

Такой вариант всего 1 и это: $63 - 12 \cdot 3 = 27$ Значит $a - d = 1$, $b - c = -3$.

Тогда подходит пара чисел (2031; 1302). И еще одна пара (3032; 2303).

Ответ: 2.

Задача II.1.3.5. Кубическая разница (14 баллов)

Темы: алгебра логики.

Условие

Даны две логической функции:

$$F_1 = (\neg y \vee (y \wedge \neg z) \wedge (y \vee \neg e)) \rightarrow (x \wedge w \vee w \wedge x),$$

$$F_2 = ((\neg x \vee \neg y \vee \neg z) \wedge (x \vee y \wedge z)) \wedge (\neg w \vee (e \wedge w \vee w \wedge \neg e)).$$

Определите, в скольких из всех возможных значений пяти переменных x, y, z, w, e результаты двух функций будут отличаться друг от друга?

Решение

Упростим обе функции.

Функцию $F_1 = (\neg y \vee (y \wedge \neg z) \wedge (y \vee \neg e)) \rightarrow (x \wedge w \vee \neg w \wedge x)(x \wedge w \vee \neg w \wedge x)$ можно упростить по свойствам дистрибутивности: $(x \wedge (w \vee \neg w))$ и $w \vee \neg w$ всегда будет истинно: $x \wedge 1 = x$.

Получим

$$F_1 = (\neg y \vee (y \wedge \neg z) \wedge (y \vee \neg e)) \rightarrow x.$$

$(y \wedge \neg z) \wedge (y \vee \neg e)$ можно расширить по свойствам дистрибутивности, приняв, что $(y \wedge \neg z) = a$, тогда получим:

$$a \wedge (y \vee \neg e) = (y \wedge a) \vee (\neg e \wedge a) = (y \wedge (y \wedge \neg z)) \vee (\neg e \wedge (y \wedge \neg z)).$$

Передвинем в левой части скобки по свойству ассоциативности:

$$((y \wedge y) \wedge \neg z) \vee (\neg e \wedge (y \wedge \neg z)).$$

Упростим $y \wedge y$ по свойству идемпотентности: $(y \wedge \neg z) \vee (\neg e \wedge (y \wedge \neg z))$.

Вернув $a = (y \wedge \neg z)$, упростим выражение по свойству поглощения:

$$a \vee (\neg e \wedge a) = a = (y \wedge \neg z),$$

$$F_1 = (\neg y \vee (y \wedge \neg z)) \rightarrow x.$$

В левой части выражения разложим выражение по свойству дистрибутивности:

$$\neg y \vee (y \wedge \neg z) = (\neg y \vee y) \wedge (\neg y \vee \neg z);$$

$(\neg y \vee y)$ всегда будет истинно:

$$1 \wedge (\neg y \vee \neg z) = \neg y \vee \neg z.$$

$$F_1 = (\neg y \vee \neg z) \rightarrow x.$$

Разложим импликацию:

$$(\neg y \vee \neg z) \rightarrow x = \neg(\neg y \vee \neg z) \vee x.$$

Применим на скобку закон Де Моргана: $y \wedge z \vee x$.

$$F_1 = y \wedge z \vee x,$$

$$F_2 = ((\neg x \vee \neg y \vee \neg z) \wedge (x \vee y \wedge z)) \wedge (\neg w \vee (e \wedge w \vee w \wedge \neg e)).$$

$(e \wedge w \vee w \wedge \neg e)$ можно упростить по свойствам дистрибутивности:

$$(w \wedge (\neg e \vee e)); \neg e \vee e \text{ всегда истина: } w \wedge 1 = w.$$

$$F_2 = ((\neg x \vee \neg y \vee \neg z) \wedge (x \vee y \wedge z)) \wedge (\neg w \vee w) \neg w \vee w \text{ всегда истина: } 1.$$

$$F_2 = ((\neg x \vee \neg y \vee \neg z) \wedge (x \vee y \wedge z)).$$

Выражения упрощены до трех переменных, следовательно, две переменные не влияют на результат.

Также если менять значения этих переменных, то ответ, зависимый от трех других, будет повторяться.

Следовательно, ответы будут повторяться в 2^2 (выборка вариантов переменной $(0, 1)$ в степени количества переменных) = 4 раза.

Составим таблицу истинности.

x	y	z	F_1	F_2
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	0

Результат функций различается только в одном случае.

Так как у нас есть переменные, не влияющие на результат, но повторяющиеся значения функций четыре раза, умножим количество повторений на количество различающихся значений функций: $1 \cdot 4 = 4$.

Ответ: 4.

Задача II.1.3.6. Трасса (14 баллов)

Темы: программирование.

Условие

В новом современном городе строят новую современную скоростную трассу длиной s м. Ее необходимо оборудовать так, чтобы она могла выдерживать большое количество машин и чтобы она не создавала больших пробок и аварийных ситуаций. Поэтому было принято решение посмотреть на другой, аналогичный город с такой же успешной трассой и запросить с камер записи о том, сколько машин там фиксируется за день.

Всего с камер было получено n машин, и по каждой была информация во сколько она заезжает на трассу и с какой скоростью ехала в м/с. После получения этой информации было решено узнать максимальную нагрузку в какую-то из секунд на трассе. От этого значения они и хотят понимать, какую нагрузку должна выдерживать трасса. Вы, как опытный программист и сотрудник ИТ-отдела города, взялись за эту задачу.

Напишите программу, которая по этим данным опередит максимальную нагрузку на трассу в какую-то из секунд.

Формат входных данных

В первой строке входных данных записано два целых числа n ($1 \leq n \leq 10^5$) и s ($1 \leq s \leq 10^6$) — количество зафиксированных машин и длина трассы. В следующих n строках по два целых числа t ($1 \leq t \leq 10^6$) и v ($1 \leq v \leq s$) — время заезда на трассу и скорость на трассе в м/с соответственно.

Гарантируется, что длина трассы кратна каждой скорости во входных данных.

Формат выходных данных

Выведите одно число — максимальное количество машин на трассе в некоторую секунду.

Методика проверки

Первая машина заедет на третьей секунде и выйдет на 5: [3, 5).

Вторая машина заедет на второй секунде и выйдет на 8: [2, 8).

Третья машина заедет на первой секунде и выйдет на 13: [1, 13).

Четвертая машина заедет на пятой секунде и выйдет на 6: [5, 6).

Итого максимальное количество машин будет замечено на четвертой секунде. Одновременно на трассе будет первая, вторая и третья машины.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
4 60
3 30
2 10
1 5
5 60
Стандартный вывод
3

Решение

Определим два события, которые у нас возможны в задаче:

- машина заехала на трассу в определенный момент времени, обозначим это как +1 машина;
- машина выехала с трассы в определенный момент времени, обозначим это как −1 машина.

Каждое событие мы можем без особых проблем сохранять в массив и после работать с ним.

Первое событие мы можем сохранить в массив как пару (время заезда, 1), где время заезда — параметр из входных данных, а 1 — это аналог +1, дающий нам сигнал, что на трассе появилась новая машина.

Второе событие мы можем сохранить в массив как пару (время выезда, -1), где время выезда — это сумма времени заезда на трассу и длины трассы, поделенной на скорость машины, а -1 — сигнал о том, что машина выехала с трассы (-1 машина).

Отсортируем массив по первому параметру пар чисел: временам заезда и выезда с трассы. Тем самым мы получим последовательность действий на трассе. Запускаем цикл по массиву и, если действие равняется заезду машины, увеличиваем количество машин на трассе, в ином случае — уменьшаем.

Так как у нас действия помечены как 1 (+1) и -1, можем в количество машин добавлять именно их. Заведем отдельно переменную, в которой будем хранить максимальное количество машин, которое было за все время на трассе. Его мы будем обновлять после каждого действия следующим способом: если количество машин на трассе в определенный момент времени больше, чем записано в переменной, то обновляем ее значение.

По окончании цикла выводим максимальное количество машин, которое было зафиксировано.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1  n, s = map(int, input().split())
2  arr = []
3  for i in range(n):
4      time_in, speed = map(int, input().split())
5      arr.append((time_in, 1))
6      arr.append((time_in + s // speed, -1))
7  arr.sort()
8  max_cars_per_sec = 0
9  cur_cars_per_sec = 0
10 for i in range(2 * n):
11     cur_cars_per_sec += arr[i][1]
12     max_cars_per_sec = max(max_cars_per_sec, cur_cars_per_sec)
13 print(max_cars_per_sec)

```

Задача II.1.3.7. Игра +1 (14 баллов)

Темы: программирование.

Условие

Игра +1 — это современная, набирающая популярность игра в просторах интернета. Она привлекает всех своей простотой и желанием добиваться высоких результатов за минимальное количество действий.

Давайте немного познакомимся с ее сутью. Нам выложено некое поле размером $1 \times n$ клеток. В каждой клетке записано некоторое число.

Если на поле есть два одинаковых числа, то их можно объединить. Операция объединения удаляет два числа, над которыми была произведена операция, а также создает новое число (на одной из освободившейся клетке), которое на единицу больше удаленных.

Например, если была объединена пара двоек, то они будут удалены, а новым числом будет 3.

Игра считается законченной, если было получено некоторое загаданное число m или на поле больше нет одинаковых чисел.

Как мы обсудили ранее, игроки хотят побеждать за минимальное количество действий. Так как единственное действие, которое существует — это объединение, то, соответственно, побеждать за минимальное количество объединений. Один из игроков решил считать и попросил вас написать ему программу, которая, исходя из поля, будет определять, сколько минимально чисел с первоначального поля надо объединить между собой, чтобы закончить игру, или выведите -1 , если невозможно собрать нужное число.

В ответе не учитывайте объединения между новыми числами, которые получаются после объединения.

Формат входных данных

В первой строке входных данных записано два целых числа n ($1 \leq n \leq 10^6$) и m ($2 \leq m \leq 100$) — количество чисел и цель, которую надо получить.

Во второй строке записано n целых чисел a_i ($1 \leq a_i < 100$, $\max(a) < m$) — числа на поле.

Формат выходных данных

Выведите одно число — минимальное количество чисел из первоначального поля, которое надо объединить для получения нужного результата.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
6 4
1 2 3 1 1 2
Стандартный вывод
3

Пояснение к примеру

Для получения результата 4 достаточно выбрать $[2, 3, 2][2, 3, 2]$:

- четверки суммируются как одинаковая пара чисел, получая новое число: $[3, 3][3, 3]$;

- восьмерки суммируются как одинаковая пара чисел, получая новое число: $[4][4]$.

Решение

Создадим список/словарь, в котором подсчитаем количество каждого числа, которые нам даны на вход.

Подсчет будем ввести следующим образом: в качестве индекса/ключа будем использовать само число, а в качестве значения — сколько раз оно встретилось.

После этого заведем переменную, в которой будем хранить число, которое мы хотим достичь на определенном шагу, а также необходимое количество этих чисел.

В начальный момент времени у нас значение этой переменной равно конечному результату, который дан во входных данных, а необходимое количество — 1 (само число).

Запускаем цикл, который будет работать до тех пор, пока не соберем все числа, либо пока число, которое мы хотим достичь, не дойдет до нуля (несуществующего числа).

На каждом шагу проверяем через список/словарь, есть ли у нас необходимое количество выбранного числа. Если их достаточно, добавляем недостающее количество чисел и указываем, что собрали все числа (указывает, что нужно 0 чисел). В ином случае отнимаем часть, которую мы можем покрыть, и оставшееся необходимое количество чисел умножаем на два (так как чтобы собрать число x , необходимо два числа $x - 1$, описано подробнее в условии), а также меняем нынешнее число, которые нам нужно собрать, уменьшая его значение на 1.

Помимо этого мы ведем на каждом шагу подсчет того, сколько чисел мы взяли, для этого заранее заведем переменную.

После окончания работы цикла проверяем: если остались числа, которые мы не смогли набрать, выводим -1 , в ином случае выводим переменную, в которой мы ввели подсчет, сколько чисел взято на каждом шагу.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 n, goal = map(int, input().split())
2 arr = list(map(int, input().split()))
3 counted = [0] * 101
4 for value in arr:
5     counted[value] += 1
6 current_need = 1
7 current_goal = goal
8 res = 0
9 while current_need > 0 and current_goal > 0:
10     res += min(current_need, counted[current_goal])
11     current_need = max(0, current_need - counted[current_goal]) * 2
12     current_goal -= 1
13 if current_need > 0:
14     print(-1)
```

```
15 else:
16     print(res)
```

Предметный тур. Физика

Первая волна. Задачи 8–9 класса

Задача II.2.1.1. Конвейер (13 баллов)

Темы: кинематика.

Условие

Робот-доставщик по ошибке заехал на один из концов конвейерной ленты длиной L , движущуюся с постоянной скоростью v в противоположном ее движению направлению. Продолжая двигаться с постоянной относительно ленты скоростью u , робот сумел покинуть конвейер через время t . Определите u . Ответ дайте в м/с, округлив до сотых.

Решение

Скорость робота относительно земли $v_1 = L/t$ складывается (с правильным учетом знаков) из его скорости относительно поверхности ленты и скорости ленты относительно земли:

$$\frac{L}{t} = v_1 = u - v.$$

Откуда простыми алгебраическими преобразованиями получим:

$$u = v + \frac{L}{t}.$$

Погрешность 0,02 м/с.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
L , м	19	23	1
v , м/с	1,6	1,9	0,05
t , с	150	250	10

Ответ: $u = v + \frac{L}{t}$.

Задача II.2.1.2. Выжигатель (17 баллов)

Темы: плотность, тепловые явления.

Условие

Температура кипения сплава на t выше его текущей температуры. Его удельная теплоемкость c , удельная теплота возгонки (испарения из твердого состояния) L , плотность ρ . Какой должна быть минимальная энергия E лазерного импульса, чтобы он был способен испарить кубик сплава со стороной a при условии полного поглощения энергии импульса веществом? Считайте, что импульс настолько кратковременный, что сплав не успевает пройти жидкую фазу и испаряется непосредственно из твердой. Ответ дайте в Дж, округлив до десятых.

Решение

Теплота, необходимая для нагрева и последующего испарения сплава массы m , находится по формуле:

$$Q = (ct + L)m.$$

По условиям вся энергия импульса поглощается веществом, то есть переходит в тепло. Следовательно, $E = Q$. Масса сплава может быть выражена через его плотность и объем испаренной порции: $m = \rho a^3$. Подставляя, получим:

$$E = (ct + L)\rho a^3.$$

Погрешность 0, 2 Дж.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
t , °C	2200	2700	10
c , Дж/(кг·°C)	400	500	10
L , кДж/кг	5500	7000	100
ρ , кг/м ³	6000	8000	100
a , мм	0, 6	1	0, 1

Ответ: $E = (ct + L)\rho a^3$. С учетом порядков: $E = (ct + L[\cdot 10^3])\rho a^3[\cdot 10^{-9}]$.

Задача II.2.1.3. Катушка (20 баллов)

Темы: закон Ома.

Условие

При изготовлении реостата на диэлектрическую бобину диаметром D был намотан в N одинаковых, плотно прилегающих к бобине витков, константовый провод в лаковой изоляции. Площадь поперечного сечения провода S , удельное сопротивление константана $\rho = 0,4 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$. Номинальное сопротивление резистора было вычислено и указано в паспорте устройства, исходя из этих параметров, однако от износа n последних витков проволоки перетерлось и отвалилось. Найдите максимальное значение n , при котором сопротивление реостата отличается от номинального не более, чем на ΔR .

Решение

Один виток провода имеет длину $l = \pi D$ и электрическое сопротивление:

$$r = \frac{\rho l}{S} = \frac{\pi \rho D}{S}.$$

Каждый отвалившийся виток уменьшает общее сопротивление резистора на величину r . Таким образом,

$$n = \left[\frac{\Delta R}{r} \right] = \left[\frac{\Delta R S}{\pi \rho D} \right].$$

Погрешность 1.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
D , см	3	5	0,1
S , мм ²	0,1	0,2	0,02
N	100	250	10
ΔR , Ом	3	5	0,5

Ответ: $n = \left[\frac{\Delta R S}{\pi \rho D} \right]$. С учетом порядков: $n = \left[\frac{\Delta R S}{\pi \rho D} [\cdot 10^2] \right]$.

Задача II.2.1.4. Болт (20 баллов)

Темы: золотое правило механики, работа.

Условие

При болтовом соединении деталей болт немного удлиняется, работая как растянутая пружина, прижимающая детали друг к другу с некоторой описанной в технической документации силой F . Определите, какую работу A нужно совершить, чтобы растянуть болт на величину Δl и создать таким образом силу F с помощью ключа длиной L , если диаметр резьбы болта равен d , диаметр шляпки D , шаг резьбы — b ? Трение и деформацию самих соединяемых деталей считайте пренебрежимо малым. Ответ дайте в Дж, округлив до целого.

Решение

Резьба болта и гаечный ключ представляют собой простые механизмы, дающие выигрыш в силе, но не изменяющие, согласно золотому правилу механики, работу. Поэтому общая работа, которая нужна, чтобы растянуть болт, вне зависимости от способа, считается как работа переменной силы или как разность потенциальных энергий деформированного тела (болта). При этом малость деформации позволяет применить здесь закон Гука:

$$A = \frac{F \Delta l_{\text{к}}}{2} - \frac{F \Delta l_{\text{н}}}{2}.$$

Учитывая $\Delta l_n = 0$, получим окончательно:

$$A = \frac{F\Delta l}{2}.$$

Погрешность 1 Дж.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
F , кН	200	250	10
Δl , мм	0,25	0,35	0,01
L , см	40	70	5
d , мм	20	25	1
D , мм	30	40	1
b , мм	2	3	0,1

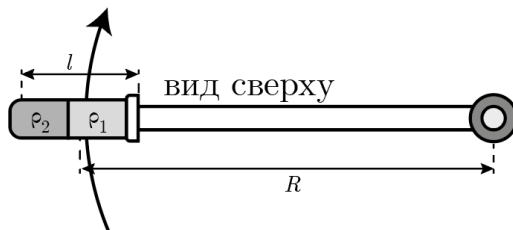
Ответ: $A = \frac{F\Delta l}{2}$.

Задача II.2.1.5. Центрифуга (25 баллов)

Темы: центростремительное ускорение, гидростатическое давление.

Условие

Для разделения жидких смесей в лаборатории используется центрифуга, представляющая собой горизонтальное колесо радиуса R , на ободе которого закрепляются пробирки с жидкостью, ориентированные дном строго от центра колеса. Найдите давление, оказываемое на дно пробирки длиной l при ее вращении в центрифуге, если пробирка совершает один оборот за время T и ровно на половину своего объема пробирка заполнена составом с плотностью ρ_1 и ровно на половину — другим составом с плотностью ρ_2 . Считайте $R \gg l$, а влияние силы тяжести пренебрежимо малым. Ответ дайте в кПа, округлив до целого. Длина окружности в 2π раз больше ее радиуса.



Решение

Линейная скорость пробирки может быть найдена по формуле $v = 2\pi R/T$, поскольку путь, проходимый пробиркой за время T , равен длине окружности с радиусом R . Соответствующее ей центростремительное ускорение a равно:

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}.$$

Это ускорение играет роль ускорения свободного падения в формуле гидростатического давления ρgh , что может быть доказано из условий равновесия элемента жидкости. Поскольку жидкости в пробирке две и каждая из них создает столб «высотой» $l/2$, для общего давления получим:

$$p = \frac{2\pi^2 R l}{T^2} (\rho_1 + \rho_2).$$

Погрешность 3 кПа.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
ν , об/с	5	7	0,5
R , см	90	120	5
l , см	6	8	1
ρ_1 , кг/м ²	800	980	20
ρ_2 , кг/м ²	1020	1200	20

Ответ: $p = \frac{2\pi^2 R l}{T^2} (\rho_1 + \rho_2)$. С учетом порядков $p = \frac{2\pi^2 R l}{T^2} (\rho_1 + \rho_2) [\cdot 10^{-7}]$.

Задача II.2.1.6. (5 баллов)

Темы: физики России.

Условие

Этого выдающегося ученого, обучавшегося еще в технологическом институте Николая I, но удостоенного и ленинской, и сталинской премий, нередко называют родоначальником советской физики. Такие известные физики как Капица и Курча-тов достигли своих выдающихся результатов под его руководством, а сам он был воспитан под руководством первооткрывателя «икс-лучей», используемых теперь в каждой поликлинике.

1. Петр Николаевич Лебедев.
2. Абрам Федорович Иоффе.
3. Николай Алексеевич Умов.
4. Александр Александрович Фридман.
5. Сергей Александрович Ахманов.

6. Рем Викторович Хохлов.
7. Владимир Александрович Фок.
8. Михаил Васильевич Остроградский.

Ответ: 2.

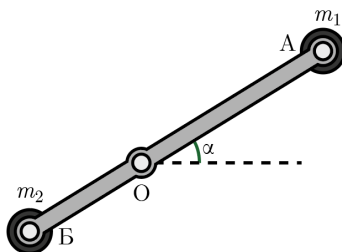
Первая волна. Задачи 10–11 класса

Задача II.2.2.1. Противовес (15 баллов)

Темы: кинематика, импульс.

Условие

Легкий рычаг АОВ, способный вращаться вокруг неподвижной точки О, где $BO = l$, $OA = 2l$ используется на производственной линии для перемещения грузов. В его точке А закреплен груз m_1 , в точке Б — противовес m_2 . В некоторый момент модуль импульса груза в точке А равен p_1 . Найдите модуль импульса противовеса в этот же момент времени. Дайте ответ в $\text{кг} \cdot \text{м/с}$, округлив до целого.



Решение

Поскольку $BO : OA = 1 : 2$, скорости двух масс всегда связаны соотношением $v_1 = 2v_2$. Тогда их импульсы связаны соотношением:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} = \frac{m_2}{2m_1}.$$

Отсюда окончательно получим:

$$p_2 = p_1 \frac{m_2}{2m_1}.$$

Погрешность $1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
l , м	1	1,5	0,1
m_1 , кг	50	80	5
m_2 , кг	50	80	5
p_1 , кг · м/с	50	160	10

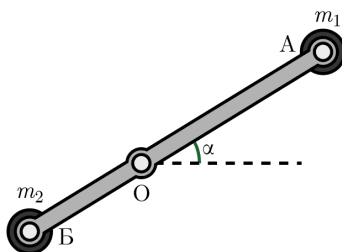
Ответ: $p_2 = p_1 \frac{m_2}{2m_1}$.

Задача II.2.2.2. Качели (20 баллов)

Темы: законы сохранения.

Условие

Легкий рычаг АОВ, способный вращаться вокруг неподвижной точки О, где $BO = l$, $OA = 2l$ используется, на производственной линии для перемещения грузов. В его точке А закреплен груз m_1 , в точке Б — противовес m_2 . В некоторый момент электропривод в точке О удерживал рычаг под углом α к горизонту. В этот момент произошла авария, в результате которой привод в точке О перестал действовать, и рычаг пришел в свободное вращение вокруг этой оси. Определите скорость v_1 точки А рычага в момент, когда она оказалась строго под точкой Б. Дайте ответ в м/с, округлив до десятых. Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.



Решение

Поскольку $BO : OA = 1 : 2$, скорости двух масс всегда связаны соотношением $v_1 = 2v_2$. Высоты (относительно точки О), на которых находились массы в момент аварии, равны $h_{01} = 2l \sin \alpha$, $h_{02} = -l \sin \alpha$. Аналогично высоты, на которых находились массы в момент, когда точка Б оказывается строго под точкой А, равны $h_1 = -2l$, $h_2 = l$.

Тогда закон сохранения энергии для масс на концах рычага имеет вид:

$$(2m_1 - m_2)gl \sin \alpha = (m_2 - 2m_1)gl + \left(m_1 + \frac{m_2}{4}\right) \frac{v_1^2}{2}.$$

Из этого уравнения можно непосредственно выразить скорость v_1 :

$$v_1 = \sqrt{\frac{8gl(2m_1 - m_2)(1 + \sin \alpha)}{4m_1 + m_2}}.$$

Погрешность 0, 2 км/ч.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
l , м	1	1, 5	0, 1
m_1 , кг	50	80	5
m_2 , кг	50	80	5
α , °	30	70	5

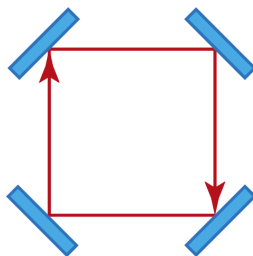
Ответ: $v_1 = \sqrt{\frac{8gl(2m_1 - m_2)(1 + \sin \alpha)}{4m_1 + m_2}}.$

Задача II.2.2.3. Резонатор (20 баллов)

Темы: оптика.

Условие

Кольцевой оптический резонатор представляет собой квадрат со стороной a , в углах которого расположены наклоненные под 45° к ходу луча зеркала. При каждом падении на зеркало $k\%$ энергии света отражается, а остальные $(100 - k)\%$ поглощаются материалом зеркала. Какая доля изначальной энергии останется у светового луча, когда он сделает N полных витков? Ответ дайте в процентах.



Решение

За один виток свет совершает 4 отражения. В ходе каждого из них его энергия изменяется в $k/(100\%)$ раз. Таким образом, общая η доля сохранившейся энергии равна:

$$\eta = \left(\frac{k}{100\%} \right)^{4N} \cdot 100\%.$$

Погрешность 1%.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
a , см	10	50	5
k	98,5	99,5	0,5
N	20	30	1

Ответ: $\eta = \left(\frac{k}{100\%} \right)^{4N} \cdot 100\%.$

Задача II.2.2.4. Спидометр (20 баллов)

Темы: кинематика.

Условие

Спидометр спутниковой системы навигации, показывая текущую скорость, на самом деле определяет ее как среднюю скорость за последние t движения. Определите мгновенную скорость аппарата, если его спидометр сейчас показывает скорость v_1 , t назад показывал скорость v_2 и известно, что аппарат движется равноускоренно. Ответ дайте в км/ч, округлив до десятых.

Решение

При равноускоренном движении на протяжении некоторого времени t с начальной скоростью v_0 и ускорением a конечная скорость оказывается равна $v = v_0 + at$, а средняя

$$v_{\text{ср}} = \frac{v_0 + v}{2} = v_0 + \frac{at}{2}.$$

При этом, поскольку по прошествии дополнительного времени t и v , и v_0 вырастут на at , средняя скорость также вырастет на at . Следовательно, ускорение аппарата может быть найдено как

$$a = \frac{v_1 - v_2}{t},$$

а его мгновенная скорость:

$$v = v_1 + \frac{at}{2} = v_1 + \frac{v_1 - v_2}{2} = \frac{3v_1 - v_2}{2}.$$

Погрешность 0,1 км/ч.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
t , с	1, 5	3	0, 25
v_1 , км/ч	52	56	0, 5
v_2 , км/ч	47	51	0, 5

Ответ: $v = \frac{3v_1 - v_2}{2}$.

Задача II.2.2.5. Разрядка (20 баллов)

Темы: электростатика.

Условие

Испытываемая в лаборатории антенна состоит из двух одинаковых металлических шаров, разнесенных на некоторое расстояние и соединенных перемычкой из материала с очень высоким, но конечным сопротивлением. В результате шары обмениваются зарядом таким образом, что за каждый интервал времени t разница между их зарядами сокращается вдвое. В некоторый момент первый шар был заряжен, а второй — нет. Спустя t было измерено, что сила электростатического взаимодействия между шарами антенны равна F_0 . Какой станет эта сила, спустя еще t времени? Явлением электростатической индукции пренебречь. Ответ дайте в нН (наноньютоны), округлив до целого.

Решение

Пусть в начальный момент времени заряженный шар имеет заряд q . Тогда, спустя t , заряды на шарах должны отличаться на $q/2$, что, по закону сохранения заряда, возможно только если их заряды будут равны $3q/4$ и $q/4$. Соответствующая сила взаимодействия находится по закону Кулона:

$$F_0 = k \frac{(q/4)(3q/4)}{r^2} = \frac{3}{16} \cdot \frac{kq^2}{r^2}.$$

Спустя еще t разница между зарядами должна оказаться равна $q/4$, а заряды, соответственно, $5q/8$ и $3q/8$. Соответствующая сила:

$$F = k \frac{(3q/8)(5q/8)}{r^2} = \frac{15}{64} \cdot \frac{kq^2}{r^2} = \frac{5}{4} F_0.$$

Погрешность 1 нН.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
t , с	5	40	1
F , нН	10	100	2

Ответ: $F = \frac{5}{4} F_0$.

Задача II.2.2.6. (5 баллов)

Темы: физики России.

Условие

Этого выдающегося ученого, обучавшегося еще в технологическом институте Николая I, но удостоенного и ленинской, и сталинской премий, нередко называют родоначальником советской физики. Такие известные физики как Капица и Курча-тов достигли своих выдающихся результатов под его руководством, а сам он был воспитан под руководством первооткрывателя «икс-лучей», используемых теперь в каждой поликлинике.

1. Рем Викторович Хохлов.
2. Абрам Федорович Иоффе.
3. Владимир Александрович Фок.
4. Александр Александрович Фридман.
5. Сергей Александрович Ахманов.
6. Петр Николаевич Лебедев.
7. Николай Алексеевич Умов.
8. Михаил Васильевич Остроградский.

Ответ: 2.

Вторая волна. Задачи 8–9 класса

Задача II.2.3.1. Катапульта (10 баллов)

Темы: кинематика.

Условие

Для запуска беспилотного летательного аппарата используется катапульта — длинная балка с установленным на ней линейным двигателем, способным создавать постоянное ускорение a . Для успешного взлета аппарат должен успеть набрать скорость v относительно воздуха до отрыва от катапульты. Вычислите минимальную необходимую длину катапульты, если взлет должен успешно осуществляться при попутном ветре со скоростью не выше u . Ответ дайте в м, округлив до десятых.

Решение

При попутном ветре скорость аппарата относительно воздуха равна $v = v_0 + u$, где v_0 — его скорость относительно катапульты. Как известно из кинематики (или законов сохранения), на расстоянии l , двигаясь с постоянным ускорением a , беспилотник может увеличить квадрат скорости на величину $v^2 = 2al_0$. Отсюда найдем изначальноную длину балки:

$$l = \frac{v^2}{2a} = \frac{(v + u)^2}{2a}.$$

Погрешность 0,1 м.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
a , м/с ²	25	40	1
v , м/с	9	12	0,5
u , м/с	2	4	0,5

Ответ: $l = \frac{(v+u)^2}{2a}$.

Задача II.2.3.2. Отвердевание (15 баллов)

Темы: плотность.

Условие

Некоторый полимер был получен в жидком состоянии, в котором он целиком занимал лабораторную чашку объемом V_0 и имел плотность ρ_0 . Затем он был нагрет в специальной печи, в результате чего из состава испарились все летучие фракции общей массой Δm , а оставшееся вещество запеклось, образовав твердый сгусток с плотностью ρ . Определите объем, занимаемый твердым веществом в чашке, если известно, что пустоты в процессе запекания не образуются и никакие внешние соединения не включаются в полимер. Ответ дайте в см³, округлив до целого.

Решение

Изначальная масса полимера равна $m_0 = \rho_0 V_0$. За счет испарения она уменьшилась на Δm . Процесс отвердевания не изменяет массы вещества, поэтому объем образовавшегося твердого вещества равен $V = (m_0 - \Delta m)/\rho$. Окончательно:

$$V = \frac{\rho_0 V_0 - \Delta m}{\rho}.$$

Погрешность 5 см³.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
V_0 , см ³	1200	1500	100
ρ_0 , г/см ³	0,9	1,1	0,02
ρ , г/см ³	1,4	1,7	0,02
Δm , г	100	150	10

Ответ: $V = \frac{\rho_0 V_0 - \Delta m}{\rho}$.

Задача II.2.3.3. Три образца (20 баллов)

Темы: электростатика.

Условие

В лабораторию поступило три металлических образца одинаковых размеров А, Б и В, электрически заряженных в ходе трех разных малоисследованных процессов. Лаборанты записали результаты измерений их зарядов $q_{1,2,3}$, но позже выяснилось, что процедура проведения эксперимента была нарушена и было допущено соприкосновение образцов друг с другом. В ходе анализа записей лабораторной камеры удалось установить, что вначале соприкоснулись образцы А и Б, после чего на одном из них был измерен заряд q_1 . Затем с этим образцом дополнительно соприкоснулся образец В, после чего на нем был измерен заряд q_2 . После этого все три образца соприкоснулись одновременно и на одном из них был измерен заряд q_3 . Восстановите по этим данным исходное значение заряда образца В. Считайте, что процедура измерения величины заряда на образце не меняет. Ответ дайте в нКл (нанокулонах), округлив до целого.

Решение

Когда два металлических предмета одинаковых размеров соприкасаются, на них устанавливаются одинаковые электрические заряды. По закону сохранения заряда они должны быть равны среднему арифметическому исходных зарядов.

Тогда после первого соприкосновения

$$q_1 = \frac{q_A + q_B}{2},$$

после второго

$$q_2 = \frac{q_1 + q_B}{2},$$

а после третьего

$$q_3 = \frac{q_A + q_B + q_B}{3} = \frac{2q_1 + q_B}{3}.$$

Решая эту систему уравнений, легко получим:

$$q_B = 4q_2 - 3q_3.$$

Погрешность 1 нКл.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
q_1 , нКл	-20	20	4
q_2 , нКл	-20	20	4
q_3 , нКл	-20	20	4

Ответ: $q_B = 4q_2 - 3q_3$.

Задача II.2.3.4. Топливо (25 баллов)

Темы: тепловые явления.

Условие

На некоторой планете были обнаружены залежи жидкого состава, состоящего из двух трудно разделимых компонент. Первая из них химически инертна (не участвует ни в каких превращениях) и имеет теплоемкость c_1 . Вторая имеет теплоемкость c_2 и горит в атмосфере планеты с удельной теплотой сгорания q . Смесь воспламеняется при температуре θ , а окружающая среда планеты имеет температуру t . Определите, какую минимальную долю от общей массы смеси должна составлять масса горючей компоненты, чтобы горение смеси производило не меньше энергии, чем уходит на ее нагрев до температуры воспламенения. Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

Решение

Рассмотрим некоторую массу m смеси. Она содержит $m_2 = \alpha m$ горючей и $m_1 = (1 - \alpha)m$ негорючей жидкостей. Для воспламенения необходимо нагреть смесь на $\Delta t = \theta - t$, на что уйдет

$$Q_1 = (c_1 m_1 + c_2 m_2) \Delta t = m(c_1(1 - \alpha) + c_2 \alpha)(\theta - t)$$

теплоты. При этом от сгорания второй компоненты выделится $Q_2 = q m_2$ теплоты. Приравнявая Q_1 и Q_2 , получим:

$$\alpha q = m(c_1(1 - \alpha) + c_2 \alpha)(\theta - t),$$

откуда окончательно выразим ответ:

$$\alpha = \frac{c_1(\theta - t)}{(\theta - t)(c_1 - c_2) + q} \cdot 100\%.$$

Погрешность 0,1%.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
c_1 , Дж/(кг·°C)	300	500	20
c_2 , Дж/(кг·°C)	310	510	20
q , МДж/(кг)	13	17	0,5
θ , °C	800	950	10
t , °C	-80	-50	5

Ответ: $\alpha = \frac{c_1(\theta - t)}{(\theta - t)(c_1 - c_2) + q} \cdot 100\%.$

С учетом порядков $\alpha = \frac{c_1(\theta - t)}{(\theta - t)(c_1 - c_2) + q[10^6]} \cdot 100\%.$

Задача II.2.3.5. Геккон (25 баллов)

Темы: давление, сила трения.

Условие

Робот-геккон может перемещаться по гладким вертикальным поверхностям, используя присоски. Под каждой присоской площади S при помощи системы компрессоров, откачивающих из-под присосок воздух, создается давление p , в то время как атмосферное давление $p_0 = 100$ кПа.

Какую максимальную массу может иметь такой робот, чтобы не соскальзывать с вертикальной поверхности, если он одновременно использует n одинаковых присосок (коэффициент трения резины присосок равен μ)?

Ускорение свободного падения принять равным $g = 9,8$ м/с². Ответ дайте в кг, округлив до десятых.

Решение

На каждую присоску действует прижимная сила, равная произведению ее площади на разницу внешнего и внутреннего давлений:

$$N = S(p_0 - p).$$

Возникающие в этих присосках силы трения $F_{\text{тр}} = \mu N$ должны суммарно уравновешивать вес робота:

$$mg = nF_{\text{тр}} = \mu nS(p_0 - p).$$

Таким образом, окончательно

$$m = \frac{\mu nS(p_0 - p)}{g}.$$

Погрешность 0,2 кг.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
S , см ²	10	35	2,5
μ	0,12	0,25	0,01
p , кПа	10	40	5
n	6	12	2

Ответ: $m = \frac{\mu nS(p_0 - p)}{g}$. С учетом порядков $m = \frac{\mu nS(p_0 - p)}{g} [\cdot 10^{-1}]$.

Задача II.2.3.6. (5 баллов)

Темы: физики России.

Условие

Один из основателей нелинейной оптики, новой ветви науки, продемонстрировавшей, что достаточно интенсивные лучи света могут взаимодействовать друг с другом и сами с собой, фокусироваться без линзы и неожиданно менять цвет. В его честь на территории Московского университета названа улица, лаборатория, спортивный клуб и несколько учебных аудиторий. Помимо выдающихся научных достижений, он также проявил себя как талантливый организатор, способствовал развитию кооперации исследователей самых разных направлений, включая биологию и экологию, а также был профессиональным альпинистом с двадцатилетним стажем. Трагедия в одном из горных походов, к несчастью, оборвала его выдающуюся жизнь.

1. Сергей Александрович Ахманов.
2. Рем Викторович Хохлов.
3. Анатолий Алексеевич Логунов.
4. Петр Николаевич Лебедев.
5. Абрам Федорович Иоффе.
6. Александр Александрович Фридман.
7. Роберт Эмильевич Ленц.
8. Николай Алексеевич Умов.

Ответ: 2.

Вторая волна. Задачи 10–11 класса

Задача II.2.4.1. Кабель (12 баллов)

Темы: закон Ома, сопротивление.

Условие

На мобильной исследовательской станции используются стандартные резервные кабели для большинства электроприборов, имеющие площадь поперечного сечения s и длину l . В документации кабеля указано, что при подключении к стандартному лабораторному источнику постоянного тока I падение напряжения на кабеле составляет U . Определите удельное сопротивление материала кабеля. Ответ дайте в Ом \cdot мм²/м, округлив до тысячных.

Решение

Сопротивления r кабеля питания вычисляются по формуле:

$$r = \frac{\rho l}{s}.$$

Согласно закону Ома для участка цепи $I = U/r$, оно также может быть выражено в виде:

$$\frac{\rho l}{s} = r = \frac{U}{I}.$$

Отсюда окончательно получим:

$$\rho = \frac{Us}{Il}.$$

Погрешность $0,002 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
l , м	5	8	0,5
s , мм ²	1,6	2	0,1
I , А	1	2	0,1
U , В	0,1	0,2	0,01

Ответ: $\rho = \frac{Us}{Il}.$

Задача II.2.4.2. Мороз (15 баллов)

Темы: закон Джоуля – Ленца.

Условие

На мобильной полярной станции вышла из строя основная система обогрева, и пришлось в срочном порядке подключать давно не использовавшуюся резервную. Резервный нагреватель представляет собой теплопроводящий корпус, защищающий катушку, на которую намотан провод длиной L и площадью поперечного сечения S , обеспечивающий эффективную конвекцию. Штатный кабель питания от нагревателя, к сожалению, был утерян, поэтому нагреватель пришлось подключить к сети при помощи стандартного резервного кабеля, имеющего площадь s и длину l . Определите отношение P_n/P_k тепловой мощности, выделяющейся в нагревателе к тепловой мощности, выделяющейся в кабеле питания, если токонесущие жилы кабеля питания и провода нагревателя изготовлены из одного вещества. Дайте ответ с точностью до сотых.

Решение

Сопротивления R нагревателя и r кабеля питания вычисляются по формулам:

$$R = \rho \frac{L}{S}; \quad r = \rho \frac{l}{s},$$

где ρ — (одинаковое в обоих случаях) удельное сопротивление. Их отношение равно

$$\frac{R}{r} = \frac{Ls}{lS}.$$

Поскольку кабель и нагреватель включены в цепь последовательно, проходящие через них силы тока равны и тепловую мощность удобно искать по закону Джоуля – Ленца:

$$P_n = I^2 R; \quad P_k = I^2 r.$$

Таким образом, окончательно

$$\frac{P_{\text{н}}}{P_{\text{к}}} = \frac{l^2 R}{l^2 r} = \frac{L s}{l S}.$$

Погрешность 0,05.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
L , м	15	20	1
l , м	5	8	0,5
S , мм ²	2,5	3,5	0,2
s , мм ²	1,6	2	0,1

Ответ: $\frac{P_{\text{н}}}{P_{\text{к}}} = \frac{L s}{l S}.$

Задача II.2.4.3. Стопка (20 баллов)

Темы: конденсаторы.

Условие

На тонкий полимерный лист с обеих сторон напыляется металлическое покрытие. Измерения показывают, что емкость такого конденсатора равна C_0 . Затем лист разрезают на n равных частей и складывают их в стопку. Определите емкость C такой стопки при подключении источника напряжения между самым верхним и самым нижним ее слоями. Ответ дайте в пФ (пикофарадах), округлив до целого.

Решение

Емкость плоского конденсатора задается формулой:

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d},$$

поэтому при разрезании листа на n частей площадь и, соответственно, емкость C_1 каждой из этих частей, оказывается в n раз меньше исходной: $C_1 = C_0/n$.

В то же время стопка конденсаторов представляет собой цепь из n одинаковых конденсаторов, соединенных последовательно. Поскольку эффективная емкость C такой цепи может быть найдена по формуле:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_1} + \dots + \frac{1}{C_1} = \frac{n}{C_1} = \frac{n^2}{C_0},$$

получим окончательно

$$C = \frac{C_0}{n^2}.$$

Погрешность 2 пФ.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
C , нФ	2	6	0,5
n	4	10	1

Ответ: $C = \frac{C_0}{n^2}$. С учетом порядков $C = \frac{C_0}{n^2} [\cdot 10^3]$.

Задача II.2.4.4. Два колеса (23 баллов)

Темы: кинематика.

Условие

Два колеса двухколесного балансирующего робота, исследующего отдаленный астрономический объект с очень гладкой поверхностью, расположены на разных концах одной оси длиной l . Проведя сеанс связи с Землей, робот получил указание двигаться прямо и стал вращать колеса с одинаковой угловой скоростью. Однако в ходе посадки робота одно из колес было слегка повреждено, в связи с чем его радиус оказался на Δr меньше, чем радиус r другого. Найдите Δr , если известно, что вместо прямой робот начал двигаться по окружности радиуса R (измеренного по центру робота). Колеса робота не проскальзывают по поверхности, кривизна астрономического объекта пренебрежимо мала. Ответ дайте в мм, округлив до десятых.

Решение

При равных угловых скоростях ω линейные скорости колес имеют величины ωr и $\omega(r - \Delta r)$. При этом, поскольку робот движется по окружности, то за время, за которое внешнее колесо проходит дугу длиной $\alpha(R + l/2)$, внутреннее колесо проходит дугу $\alpha(R - l/2)$. Следовательно

$$\frac{\omega(r - \Delta r)}{\omega r} = \frac{R - l/2}{R + l/2}.$$

Преобразуя это выражение, получим окончательно:

$$\Delta r = \frac{2rl}{2R + l}.$$

Погрешность 0,2 мм.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
r , см	40	60	4
l , см	80	120	10
R , м	80	120	5

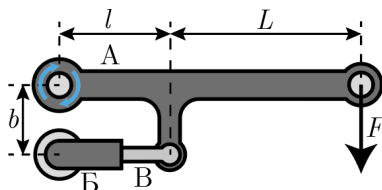
Ответ: $\Delta r = \frac{2rl}{2R+l}$. С учетом порядков $\Delta r = \frac{2rl \cdot 10^1}{2R \cdot 10^2 + l}$.

Задача II.2.4.5. Рычаг (25 баллов)

Темы: статика, давление газа.

Условие

Подъемный рычаг А, геометрические параметры b, l, L которого изображены на рисунке, шарнирно соединен с приводящим его в движение поршнем В, входящим в цилиндр Б, внутри которого содержится идеальный газ. Пренебрегая весом самого рычага, определите избыточное (над атмосферным) давление p в цилиндре, которое необходимо для удержания нагрузки F , приложенной к концу рычага, если площадь поршня равна S . Ответ дайте в МПа, округлив до десятых.



Решение

Относительно шарнира рычага сила F имеет плечо $L+l$. Сила давления поршня равна pS и имеет плечо b . Тогда условие равновесия имеет вид:

$$bpS = (l+L)F.$$

Отсюда

$$p = \frac{(l+L)F}{bS}.$$

Погрешность 0,2 МПа.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
l , см	15	25	2
L , см	30	50	5
b , см	8	16	1
S , см ²	16	24	2
F , кН	2	3	0,5

Ответ: $p = \frac{(l+L)F}{bS}$. С учетом порядков $p = \frac{(l+L)F}{bS} \cdot 10^1$.

Задача II.2.4.6. (5 баллов)

Темы: физики России.

Условие

Один из основателей нелинейной оптики, новой ветви науки, продемонстрировавший, что достаточно интенсивные лучи света могут взаимодействовать друг с другом и сами с собой, фокусироваться без линзы и неожиданно менять цвет. В его честь на территории Московского университета названа улица, лаборатория, спортивный клуб и несколько учебных аудиторий. Помимо выдающихся научных достижений, он также проявил себя как талантливый организатор, способствовал развитию кооперации исследователей самых разных направлений, включая биологию и экологию, а также был профессиональным альпинистом с двадцатилетним стажем. Трагедия в одном из горных походов, к несчастью, оборвала его выдающуюся жизнь.

1. Сергей Александрович Ахманов.
2. Рем Викторович Хохлов.
3. Анатолий Алексеевич Логунов.
4. Петр Николаевич Лебедев.
5. Александр Александрович Фридман.
6. Николай Алексеевич Умов.
7. Абрам Федорович Иоффе.
8. Роберт Эмильевич Ленц

Ответ: 2.

Третья волна. Задачи 8–9 класса

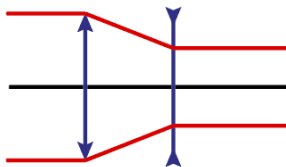
Задача II.2.5.1. Большой глаз (15 баллов)

Темы: геометрическая оптика.

Условие

Первый элемент системы ночного наблюдения имеет своей целью сузить пучок параллельных лучей, собираемых с большой площади, оставив его параллельным и неперевернутым. Он состоит из двух линз: собирающей и рассеивающей с оптическими силами D_1 и D_2 соответственно, установленных друг за другом и имеющих общую оптическую ось. Найдите расстояние между линзами. Ответ дайте в см, округлив до десятых.

Напоминание: оптической силой называется величина, обратная фокусному расстоянию линзы.



Решение

Изобразим описанную в условиях задачи оптическую схему. Из рисунка несложно видеть, что для описанного хода лучей фокусы двух линз должны совпадать. Но по определению оптической силы, фокусное расстояние линзы равно

$$F = \frac{1}{D}.$$

Подставляя в эту формулу D_1, D_2 и находя разницу между соответствующими расстояниями (верно учитывая знаки), получим:

$$l = \frac{1}{D_1} + \frac{1}{D_2}.$$

Погрешность 0, 2 см.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
D_1 , дптр	3	5	0, 2
D_2 , дптр	-10	-8	0, 2

Ответ: $l = \frac{1}{D_1} + \frac{1}{D_2}$. С учетом порядков $l = \left(\frac{1}{D_1} + \frac{1}{D_2} \right) [\cdot 10^2]$.

Задача II.2.5.2. Атмосфера (15 баллов)

Темы: давление газа, гидростатика.

Условие

Оцените массу атмосферы, окружающей планету земного типа радиусом R , если ускорение свободного падения на ее поверхности равно g , а атмосферное давление — p_0 . Площадь сферы вычисляется по формуле $S = 4\pi R^2$. Ответ дайте в квинтлин (квинтиллионах) (10^{18}) кг, округлив до десятых.

Решение

Давление — это отношение силы к площади, перпендикулярно которой эта сила действует. В данном случае сила — общий вес атмосферы:

$$p_0 = \frac{mg}{S} = \frac{mg}{4\pi R^2}.$$

Для любой планеты земного типа толщина атмосферы пренебрежимо мала в сравнении с радиусом планеты, поэтому изменением ускорения свободного падения с высотой можно пренебречь. Получим окончательно

$$m = \frac{4\pi R^2 p_0}{g}.$$

Погрешность $0,1 \cdot 10^{15}$ т.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
p_0 , кПа	12	24	1
g , м/с ²	2	3,5	0,1
R , км	3600	4600	100

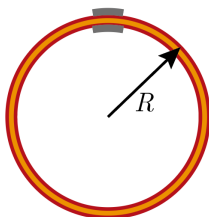
Ответ: $m = \frac{4\pi R^2 p_0}{g}$. С учетом порядков $m = \frac{4\pi R^2 p_0}{g} [10^{-9}]$.

Задача II.2.5.3. Магниты (20 баллов)

Темы: центростремительное ускорение, динамика.

Условие

К тонкому ободу медного колеса радиусом R , расположенного в горизонтальной плоскости, снаружи и изнутри прикреплены два одинаковых маленьких магнитных датчика массой m каждый. Датчики держатся только за счет притяжения друг к другу. Колесо начинают постепенно раскручивать вокруг неподвижной оси, и в момент, когда период его вращения достигает величины T , внешний датчик отлетает от колеса. Определите силу давления внутреннего датчика на обод колеса непосредственно после этого. Ответ дайте в Н, округлив до целого. Длина окружности в 2π раз больше ее радиуса.



Решение

Внешний датчик отделяется в момент, когда сила F взаимодействия между магнитами оказывается недостаточна для того, чтобы создавать центростремительное ускорение $a = v^2/R$, где скорость v может быть найдена как отношение длины окружности к периоду обращения ($v = 2\pi R/T$):

$$F = ma = \frac{mv^2}{R} = \frac{4\pi^2}{T^2}mR.$$

Поскольку размеры датчиков и толщина колеса считаются пренебрежимо малыми, внутренний датчик продолжает двигаться с тем же ускорением, а значит, давить на колесо с той же силой F :

$$F = \frac{4\pi^2}{T^2}mR.$$

Погрешность 1 Н.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
R , см	36	45	3
m , г	200	300	20
T , с	0,3	0,5	0,05

Ответ: $F = \frac{4\pi^2}{T^2}mR$. С учетом порядков $F = \frac{4\pi^2}{T^2}mR[\cdot 10^{-5}]$.

Задача II.2.5.4. Пот (20 баллов)

Темы: тепловые явления, кинематика жидкости.

Условие

Для охлаждения антропоморфного робота разрабатывается система, воспроизводящая потоотделение человека. По тонким капиллярам с площадью поперечного сечения S на поверхность робота поступает вода, которая затем растекается по «коже» робота и постепенно испаряется. Определите, какой должна быть постоянная скорость v течения воды в капилляре, если один такой капилляр должен обеспечивать отведение тепловой мощности N . Считайте, что вся вода успевает испариться. Удельная теплота парообразования воды $L = 2300$ кДж/кг, ее плотность $\rho = 1000$ кг/м³. Ответ дайте в мм/с, округлив до целого.

Решение

Рассмотрим произвольный промежуток времени t . Согласно условиям, теплота Q , которую необходимо отвести от робота за это время, равна $Q = Nt$. Она может

быть определена через удельную теплоту парообразования и плотность воды как

$$Nt = Q = mL = \rho VL,$$

где объем испаренной жидкости V равен произведению расстояния d , которое прошла вода в капилляре на площадь его поперечного сечения:

$$V = dS = vtS.$$

Сопоставляя эти уравнения, получим

$$Nt = \rho vtSL,$$

откуда окончательно

$$v = \frac{N}{\rho SL}.$$

Погрешность 1 мм/с.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
N , Вт	10	20	1
S , мм ²	0,1	0,2	0,01

Ответ: $v = \frac{N}{\rho SL}$. С учетом порядков $v = \frac{N}{\rho SL} [\cdot 10^6]$.

Задача II.2.5.5. Вагончик (25 баллов)

Темы: закон Ома, кинематика.

Условие

Автоматизированный вагончик движется по двум длинным рельсам, по одному из которых на него подается, а с другого — снимается электрический ток. Каждый метр одного рельса имеет сопротивление r , а двигатели вагончика — полное сопротивление R . Источник питания подает на рельсы напряжение U_0 , а для поддержания нормальной работы двигателей напряжение на них должно быть не ниже U . За какое время, стартовав от источника и двигаясь с постоянной скоростью v , вагончик сможет уехать достаточно далеко, чтобы двигатели перестали работать? Ответ дайте в с, округлив до целых.

Решение

Общее сопротивление цепи, в которую включены двигатели вагончика, равно

$$R_0 = 2r \frac{L}{l} + R,$$

где L — расстояние до источника, $l = 1$ м. Сила тока в цепи $I = U_0/R_0$, а напряжение на двигателе $U_d = IR$ (согласно закону Ома). Подставляя $U_d = U$, $L = vt$, получим:

$$U = U_0 \frac{R}{R_0} = U_0 \frac{R}{2rvt/l + R}.$$

Решая это уравнение относительно t , получим окончательный ответ:

$$t = \frac{R(U_0 - U)}{2rvU} \cdot 1 \text{ м.}$$

Погрешность 1 мин.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
R , Ом	400	640	40
r , мОм	400	640	40
U , В	200	220	5
U_0 , В	320	360	5
v , м/с	6	8	0,5

Ответ: $t = \frac{R(U_0 - U)}{2rvU} \cdot 1 \text{ м.}$ С учетом порядков $t = \frac{R(U_0 - U)}{2rvU} [\cdot 10^3]$.

Задача II.2.5.6. (5 баллов)

Темы: физики России.

Условие

Вектор, описывающий плотность потока энергии в волнах, в англоязычной традиции носит фамилию английского физика, который в 1884 году вывел выражения для данного вектора в случае электромагнитных волн. Десятью годами ранее русский физик и философ вывел аналогичные уравнения для упругих волн, а потому в русской традиции вектор носит и его имя. Помимо выдающихся успехов в теории упругости, он сделал множество значимых открытий в оптике, а также выдвинул гипотезы о качественно правильном характере связи между массой и энергией, позже развитые в знаменитую формулу Эйнштейна $E = mc^2$. Выберите из приведенного списка выдающихся физиков имя этого русского ученого.

1. Владимир Александрович Фок.
2. Николай Алексеевич Умов.
3. Михаил Васильевич Остроградский.
4. Роберт Эмильевич Ленц.
5. Петр Николаевич Лебедев.
6. Александр Александрович Фридман.
7. Анатолий Алексеевич Логунов.
8. Рем Викторович Хохлов.

Ответ: 2.

Третья волна. Задачи 10–11 класса

Задача II.2.6.1. Поглотитель (15 баллов)

Темы: тепловые явления, радиоактивность.

Условие

Быстро движущиеся нейтроны, образующиеся при делении атомных ядер, взаимодействуя с молекулами воды, теряют энергию до значений, соответствующих энергии теплового движения, которая, как правило, много меньше энергии ядерного распада. Оцените, какое число нейтронов, движущихся со скоростью v , должно потерять свою энергию в кювете с водой в виде прямоугольного параллелепипеда со сторонами a, b, d , чтобы вода в этой кювете нагрелась на $\Delta t = 1^\circ\text{C}$. Удельная теплоемкость воды $c = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, ее плотность $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$. Масса нейтрона $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. Ответ дайте в квдрлн (квадриллионах) (10^{15}) штук, округлив до целого.

Решение

Один нейтрон обладает кинетической энергией $K = mv^2/2$. Поскольку эта энергия на несколько порядков величины выше характерной энергии теплового движения, которую можно оценить как $kT \approx 4 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$ для комнатной температуры, можно считать, что вся его энергия передается воде. Для нагрева воды на Δt требуется энергия, равная

$$Q = cm\Delta t = c\rho abd\Delta t.$$

Приравнявая ее nK , получим ответ:

$$n = 2 \frac{c\rho abd\Delta t}{mv^2}.$$

Погрешность 3 квдрлн.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
v , км/с	10 000	20 000	1000
a , см	40	60	5
b , см	10	16	2
d , см	10	16	2

Ответ: $n = 2 \frac{c\rho abd\Delta t}{mv^2}$. С учетом порядков $n = 2 \frac{c\rho abd\Delta t}{mv^2} [\cdot 10^{-24}]$.

Задача II.2.6.2. Дрейф (18 баллов)

Темы: электрический ток, МКТ.

Условие

В некотором полупроводнике концентрация подвижных электронов равна n . Какой должна быть дрейфовая (средняя) скорость электронов в элементе с площадью поперечного сечения S , изготовленном из этого полупроводника, чтобы сила электрического тока в данном сечении была равна I ? Модуль заряда электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Ответ дайте в см/с, округлив до целого.

Решение

Рассмотрим произвольный отрезок времени t . При силе тока I за это время через сечение проводника должен пройти заряд $q = It$. Этот заряд равен произведению числа N пересекающих сечение электронов на заряд одного из них e . В то же время при скорости дрейфа v в среднем за время t электроны проходят расстояние $l = vt$. Это значит, что через сечение проходят электроны, содержащиеся в объеме $V = lS = vtS$. Из определения концентрации следует, что их общее число $N = nV$. Совмещая все эти выражения, получим

$$It = q = enV = envtS,$$

откуда легко выражается ответ:

$$v = \frac{I}{Sne}.$$

Погрешность 2 см/с.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
$n, 10^{18} \text{ м}^{-3}$	6	9	1
$S, \text{ мм}^2$	2, 4	3	0, 1
$I, \text{ мкА}$	1, 5	2, 5	0, 1

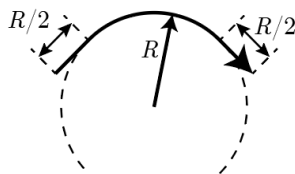
Ответ: $v = \frac{I}{Sne}$. С учетом порядков $v = \frac{I}{Sne} [\cdot 10^{-16}]$.

Задача II.2.6.3. Виразж (20 баллов)

Темы: кинематика.

Условие

Квадракopter может двигаться по любой траектории с условием, что его скорость ни в одной точке этой траектории не превышает v , а его ускорение не превышает a (при этом направления скорости и ускорения не имеют значения). За какое минимальное время он сможет пройти по траектории, изображенной на рисунке, состоящей из двух прямолинейных участков и четверти окружности радиуса R , если в начальной и в конечной точках коптер должен иметь строго нулевую скорость? Ответ дайте в с, округлив до десятых.



Решение

Общая длина траектории $(4 + \pi/2)R < 6R$. Однако, даже двигаясь все время с набором скорости на расстоянии $6R$ с ускорением a , строго сонаправленным со скоростью, коптер успел бы разогнаться только до

$$v_1 = \sqrt{3aR}.$$

Поскольку эта скорость меньше v , ограничения на максимальную скорость в задаче на самом деле несущественны. В то же время ограничения на скорость накладывает центростремительное ускорение, с которым коптер проходит изогнутый участок: поскольку оно не должно превышать a , скорость на повороте не может быть выше $v_1 = \sqrt{aR}$. Но из формулы

$$\frac{v_1^2 - v_0^2}{2} = al = \frac{aR}{2}$$

можно видеть, что v_1 в точности совпадает со скоростью, которую успевает набрать квадрокоптер на первом прямолинейном и сбросить на втором прямолинейном участках. Таким образом, он должен двигаться равноускоренно на двух участках длиной $R/2$, каждый из которых отнимет время

$$t_1 = \frac{v_1}{a} = \sqrt{\frac{R}{a}}$$

и равномерно на повороте, на что уйдет время

$$t_2 = \frac{\pi R}{2v_1} = \frac{\pi R}{2\sqrt{aR}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{R}{a}}$$

В общей сложности, подобный полет займет время $t_2 + 2t_1$:

$$t = \sqrt{\frac{R}{a}} \left(2 + \frac{\pi}{2} \right).$$

Погрешность 0,2 с.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
v , м/с	20	40	2
a , м/с ²	3	4	0,2
R , м	15	20	1

Ответ: $t = \sqrt{\frac{R}{a}} \left(2 + \frac{\pi}{2} \right).$

Задача II.2.6.4. Звездная величина (20 баллов)

Темы: фотометрия, геометрическая оптика.

Условие

Для получения качественного изображения тусклых звезд важно собрать в телескоп максимально возможную долю испущенного такой звездой излучения, что требует больших размеров основного зеркала или линзы телескопа. Яркость звезды в астрономии принято измерять в единицах видимой звездной величины (ВЗВ), увеличение ВЗВ на 1 означает уменьшение световой энергии, испускаемой звездой, в $k = \sqrt[5]{100}$ раз. При помощи телескопа-рефрактора с площадью главного зеркала s получено качественное изображение некоторой звезды. Найдите площадь S главного зеркала второго телескопа, позволяющего получить в таком же качестве изображение звезды, ВЗВ которой больше на n единиц. Ответ дайте в см^2 , округлив до целого.

Решение

Полная мощность светового потока, попадающего в объектив телескопа, определяется как произведение площади S этого объектива на плотность этого потока I . Увеличение видимой звездной величины на n единиц означает уменьшение плотности светового потока в k^n раз. Следовательно, для компенсации этого изменения площадь объектива должна быть в k^n раз увеличена:

$$\frac{S}{s} = k^n.$$

Отсюда

$$S = sk^n = 100^{n/5}s.$$

Погрешность 5 см^2 .

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
$s, \text{ см}^2$	20	50	10
n	2	5	1

Ответ: $S = sk^n = 100^{n/5}s$.

Задача II.2.6.5. Большая линза (22 баллов)

Темы: фотометрия, масса и плотность.

Условие

Яркость звезды принято измерять в единицах видимой звездной величины (ВЗВ), одна единица которой означает изменение световой энергии, испускаемой звездой,

в $k = \sqrt[5]{100}$ раз. Определите, какой массы линзу объектива телескопа-рефрактора пришлось бы использовать при сохранении пропорций и материала линзы, чтобы получить изображение некоторой тусклой звезды в таком же качестве, как было получено изображение на n единиц ВЗВ более яркой звезды при помощи телескопа с объективом, масса которого составляла m . Ответ дайте в т, округлив до десятых.

Решение

Как и в предыдущей задаче, площадь объектива должна быть в k^n раз увеличена. Это требует изменения радиуса объектива в $\sqrt{k^n} = k^{n/2}$ раз. Но при сохранении пропорций объем любого тела и, следовательно, масса такого объектива должны измениться пропорционально кубу радиуса:

$$M = mk^{3n/2}.$$

Погрешность 0,1 т.

Диапазоны

Величина	min	max	Шаг
m , г	100	200	20
n	7	9	1

Ответ: $vM = k^{3n/2}m = 100^{0,3n}m$. С учетом порядков $M = 100^{0,3n}m \cdot 10^{-6}$.

Задача II.2.6.6. (5 баллов)

Темы: физики России.

Условие

Вектор, описывающий плотность потока энергии в волнах, в англоязычной традиции носит фамилию английского физика, который в 1884 году вывел выражения для данного вектора в случае электромагнитных волн. Десятью годами ранее русский физик и философ вывел аналогичные уравнения для упругих волн, а потому в русской традиции вектор носит и его имя. Помимо выдающихся успехов в теории упругости, он сделал множество значимых открытий в оптике, а также выдвинул гипотезы о качественно правильном характере связи между массой и энергией, позже развитые в знаменитую формулу Эйнштейна $E = mc^2$. Выберите из приведенного списка выдающихся физиков имя этого русского ученого.

1. Владимир Александрович Фок.
2. Александр Александрович Фридман.
3. Рем Викторович Хохлов.
4. Николай Алексеевич Умов.
5. Михаил Васильевич Остроградский.
6. Роберт Эмильевич Ленц.

7. Петр Николаевич Лебедев.
8. Анатолий Алексеевич Логунов.

Ответ: 4.

Инженерный тур

Концепция первого этапа заключается в создании максимально приближенных к практике заданий. Благодаря этому участники знакомятся с миром строительной индустрии, а также всеми преимуществами цифрового инжиниринга при решении множества задач.

Задачи второго отборочного этапа направлены на возможность участников проявить свои навыки. Решая вопросы, которые схожи с теми, что возникают в процессе проектирования реального объекта, участники полностью погружаются в цифровой инжиниринг и его преимущества при использовании в строительстве.

Навыки расчетов, моделирования и программирования, которые участники развивают в процессе прохождения первого этапа, помогут им в заключительном этапе быть готовыми к решению большинства задач.

Задача II.3.1. Как за каменной стеной (10 баллов)

Темы: BIM, ТИМ, технологии информационного моделирования, моделирование, инжиниринг, строительство, архитектура.

Условие

Алоха!

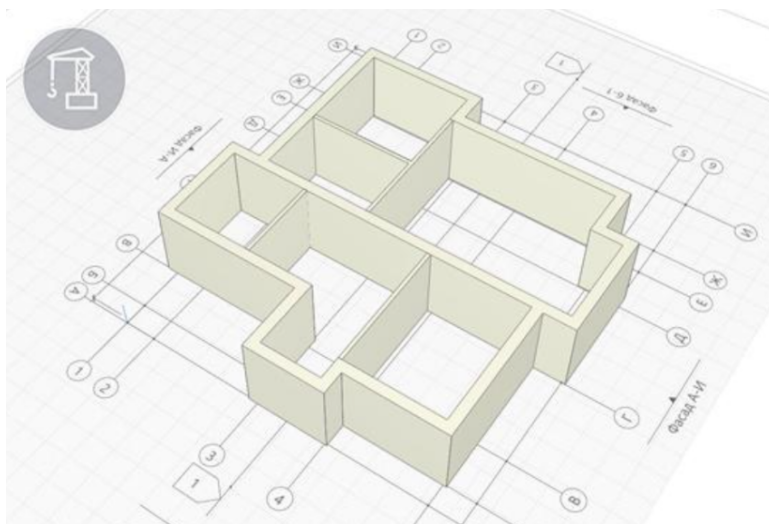


Наш Пушистик придумал концептуальную модель дома. Но у него лапки, ему понадобится ваша помощь.

Постройте модель стен и перегородок по предложенным чертежам в пределах первого этажа без учета перекрытий, дверных и оконных проемов.

Исходные материалы выложены по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/Ag6vT8kAj99vqg/Проект1.pdf>.

Важно: стены и перегородки высотой 3 000 мм.



Для выполнения задания можно использовать все необходимые Вам материалы и ПО: это может быть что угодно, хоть ручка и бумажка или даже интуиция (но помните, что количество попыток ограничено).

От себя мы рекомендуем работать в **Renga** или **Autodesk Revit**, также допускается использование Graphisoft Archicad и аналогичное ПО.

Необходимо определить суммарный объем всех внешних стен 1-го этажа. Итоговое значение можно получить, создав спецификацию стен.

В качестве ответа внесите объем внешних в м³, округлите до сотых.

Решение

Для решения задачи необходимо создать проект в среде Renga или Autodesk Revit. Отметку уровня второго установить на высоте +3,000, уровень первого этажа изменять не надо. Начать построение следует с размещением осей по указанным размерам, затем построить стены, указанной ширины. Низ стены должен быть размещен на отметке 0,000, верх на отметке +3,000.

В Renga создать новую спецификацию в разделе «Спецификации» для стен с подсчетом суммы объемов всех элементов стен.

В Autodesk Revit создать спецификацию стен во вкладке «Вид» для стен с подсчетом суммы объемов всех элементов (экземпляров) стен.

Добавление графы

Стена

Полная площадь боковой поверх

Полная площадь продольного с

Полный объем

Предел огнестойкости

Примечание

Расположение стены относительно

Смещение по вертикали

Смещение родительского объект

Смещение стены по горизонтал

Сопrotивление теплопередаче

Стиль армирования

Стиль армирования.Имя

Стиль армирования.Уникальный

Тип объекта

Толщина стены

Уникальный идентификатор

Уникальный идентификатор род

Уровень

Чистая масса

Чистая площадь боковой поверх

Чистая площадь боковой поверх

Чистая площадь основания

Чистая площадь продольного с

Чистый объем

Заголовок:

Чистый объем

Ширина графы:

50,00 мм

Горизонтальное выравнивание:

По левому краю

Вертикальное выравнивание:

По середине

☐ Объединять ячейки с одинаковыми значениями

☐ Суммировать значения при объединении

☒ Отображать итог

☐ Отображать общий итог

Специфицировать:

☒ Стена

☐ Столбчатый фундамент

☐ Элемент

Единица измерения:

Кубический метр

Количество дробных знаков:

2

OK

Отмена

Команды

Параметры

Тонкая

Толстая

Толстая

(нет)

Вид

Группировать

Сортировать

(нет)

Форматирование

FF Arial Unicode

TI 2,50 мм

Bi Обычный

По левому кр

По середине

50,00 мм

8,00 мм

Чистый объем

1	Наименование спецификации
2	Чистый объем
3	1,08
4	1,35
5	1,44
6	1,44
7	1,44
8	1,44
9	1,72
10	2,10
11	2,16
12	2,23
13	3,24
14	4,32
15	4,68
16	4,68
17	5,40
18	6,48
19	6,84
20	7,92
21	8,28
22	68,24

Новая спецификация

Поиск по категориям:

Фильтр по дисциплинам:

<несколько>

Имя:

Спецификация стен

Категория:

Соединительные детали кабельных лотков

Соединительные детали коробов

Соединительные детали трубопроводов

Специальное оборудование

Спринклеры

Стены

Телефонные устройства

Топография

Трубопровод по осевой

Трубопроводные системы

Трубы

Трубы из базы данных производителя MEP

☒ Спецификация компонентов здания

☐ Ключи спецификаций

Имя ключа:

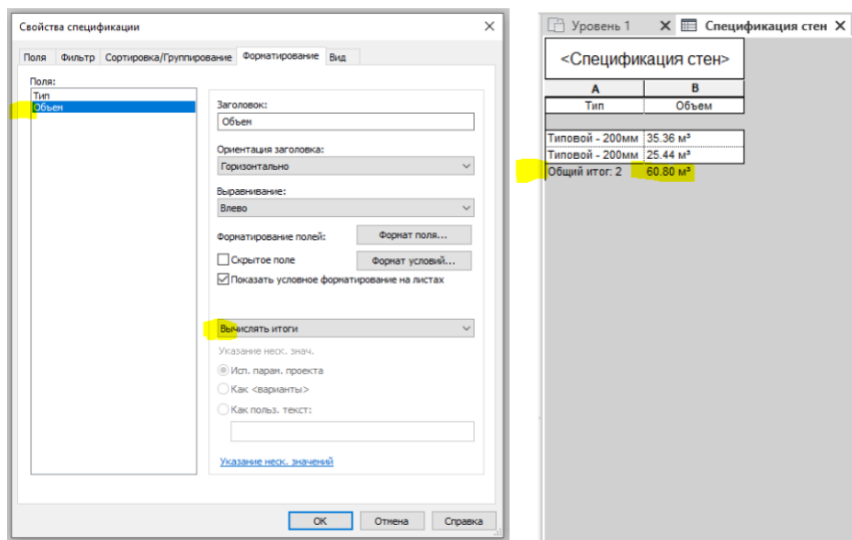
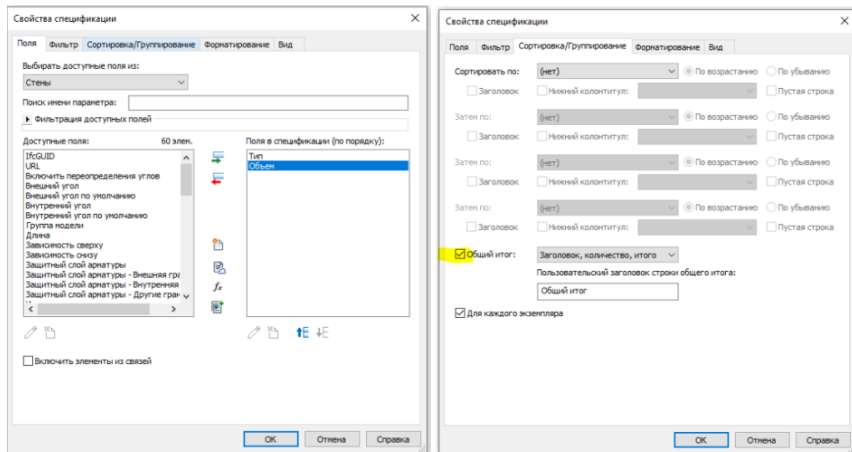
Стадия:

Новая конструкция

OK

Отмена

Справка



Ответ: 64,08 м³, допустимая погрешность 1 м³.

Задача II.3.2. Дом без окон и дверей полна горница людей (15 баллов)

Темы: BIM, ТИМ, технологии информационного моделирования, моделирование, инжиниринг, строительство, архитектура.

Условие

Салют!

Пушистый прораб не понимает, почему в нашем домике отсутствуют окна и двери. Необходимо срочно исправить эту оплошность, пока люди не научились проходить сквозь стены.

Вам необходимо: создать модель стен и перегородок по предложенным чертежам в пределах первого этажа без учета перекрытий, с размещением проемов, в том числе дверных и оконных. Исходные материалы выложены по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/Ag6vT8kAj99vqg/Проект1.pdf>.

Важно: Обязательные элементы: стены и перегородки (высота 3 000 мм), оконные и дверные проемы (высота указана на чертежах). Обратите внимание на проемы без двери или окна.

Для выполнения задания можно использовать все необходимые вам материалы и ПО: это может быть что угодно: компьютер, ручка и бумажка или интуиция (но помните, что количество попыток ограничено).

От себя мы рекомендуем работать в **Renga** или **Autodesk Revit**, также допускается использование Graphisoft Archicad и аналогичное ПО.



Определите суммарный объем всех стен и перегородок первого этажа с учетом проемов. Итоговое значение можно получить, создав спецификацию стен.

В качестве ответа внесите объем стен и перегородок в м³, округлите до сотых.

Решение

Для решения задачи необходимо создать проект в среде **Renga** или **Autodesk Revit**. Отметку уровня второго установить на высоте +3,000, уровень первого эта-

жа изменять не надо. Начать построение следует с размещением осей по указанным размерам, затем построить стены указанной ширины. Низ стены должен быть размещен на отметке 0,000, верх — на отметке +3,000. Разместить окна, двери, проемы согласно размерам, указанным на чертежах, применяя соответствующие инструменты в среде моделирования.

В **Renga** создать новую спецификацию в разделе «Спецификации» для стен с подсчетом суммы объемов всех элементов (экземпляров) стен (см. решение к задаче [II.3.1](#)).

В **Autodesk Revit** создать спецификацию стен во вкладке «Вид» для стен с подсчетом суммы объемов всех элементов (экземпляров) стен. См. решение к задаче [II.3.1](#).

Ответ: 60,62 м³, допустимая погрешность 1 м³.

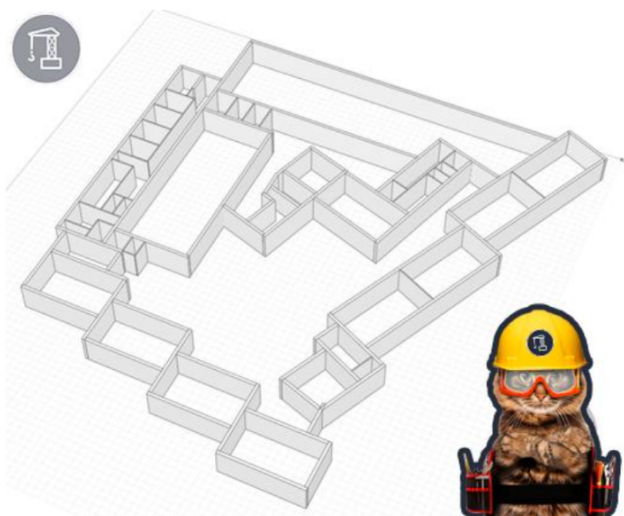
Задача II.3.3. Успешная продажа (10 баллов)

Темы: BIM, ТИМ, технологии информационного моделирования, моделирование, инжиниринг, строительство, архитектура.

Условие

Бонжур!

Пушистый риелтор хочет продать наше здание и уточняет, сколько м² занимают помещения. Помогите ему узнать это значение и совершить продажу. Посчитайте суммарную площадь помещений, образованных стенами и перегородками в исходной модели в формате .ifc. Исходные материалы выложены по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/Ag6vT8kAj99vqg/Проект2.ifc>.



Откройте модель NT0_2.ifc в **Renga**, **Autodesk Revit** или аналогичное ПО. Расставьте помещения по всей площади здания.

Двери и оконные проемы размещать не надо.

В качестве ответа внесите общую площадь помещений в м^2 , округлите до сотых.

Решение

Открыть модель NT0_2.ifc в **Renga** или **Autodesk Revit**.

Для **Renga**: расставить помещения инструментом «Помещение» по всей площади здания, способ построения «автоматически по точке». Если помещение автоматически не формируется — уточнить внешний контур помещения способом построения «прямая по двум точкам» Создать спецификацию (экспликацию помещений). Можно воспользоваться способом, описанным в решении к задаче П.3.1.

Для **Autodesk Revit**: расставить помещения инструментом «Помещение» вкладки «Архитектура» по всей площади здания. Если помещение автоматически не формируется — воспользоваться инструментом «Разделитель помещений».

Создать спецификацию (экспликацию помещений). Можно воспользоваться способом, описанным в решении к задаче П.3.1.

Ответ: 2547,84 м^2 , допустимая погрешность 1 м^2 .

Задача П.3.4. Расчетливый пушистик (10 баллов)

Темы: BIM, ТИМ, технологии информационного моделирования, моделирование, инжиниринг, строительство, архитектура.

Условие

Здравствуйте!

Пушистик готов приступить к расчетам, но есть небольшая загвоздка: котенок не знает формул.

Это не проблема, ведь есть «Калькулятора теплотехнического расчета» <https://nav.tn.ru/calculators/heat-protection/> (но если вы очень крутые, то можете и сами посчитать).

Рассчитайте толщину слоя утеплителя фасада ТЕХНОФАС ОПТИМА для жилого здания согласно СП 131.13330.2020. В качестве фасадной системы выберите ТН-ФАСАД Профи.



Исходные данные:

- Регион строительства имеет координаты: 50,5503°, 137,01°.
- Температура помещения: +20 °С.
- Влажность: 55%.
- Зона влажности: 2.
- Слои конструкции:
 - Декоративная минеральная штукатурка ТЕХНОНИКОЛЬ
 $\lambda_B = 0,8 \text{ Вт/м} \cdot \text{К} - 10 \text{ мм.}$
 - Штукатурно-клеевая смесь ТЕХНОНИКОЛЬ 210
 $\lambda_B = 0,8 \text{ Вт/м} \cdot \text{К} - 10 \text{ мм.}$
 - ТЕХНОФАС ОПТИМА
 $\lambda_B = 0,041 \text{ Вт/м} \cdot \text{К} - \text{подбор мм.}$
 - Штукатурно-клеевая смесь ТЕХНОНИКОЛЬ 210
 $\lambda_B = 0,8 \text{ Вт/м} \cdot \text{К} - 10 \text{ мм.}$
 - Монолитный железобетон
 $\lambda_B = 2,04 \text{ Вт/м} \cdot \text{К} - 300 \text{ мм.}$

Площадь фасада 300 м², примыкание к цоколю — 50 м. Стыки с оконными блоками, углы, сопряжение с балконной плитой, стальная противопожарная рассечка, крепеж утеплителя тарельчатый анкер, универсальный узел не учитывайте.

В качестве ответа внесите толщину утеплителя в мм, округлите до целого числа.

Решение

Для решения задачи необходимо определить регион строительства по географическим координатам, затем перейти по ссылке <https://nav.tn.ru/calculators/heating-protection/> и внести исходные данные в соответствующие поля.

Перейти к результатам расчета.

Ответ: 280 мм, допустимая погрешность 1 мм.

Задача П.3.5. Поиск пропавшей колонны (5 баллов)

Темы: ВМ, ТИМ, технологии информационного моделирования, моделирование, инжиниринг, строительство, архитектура.

Условие

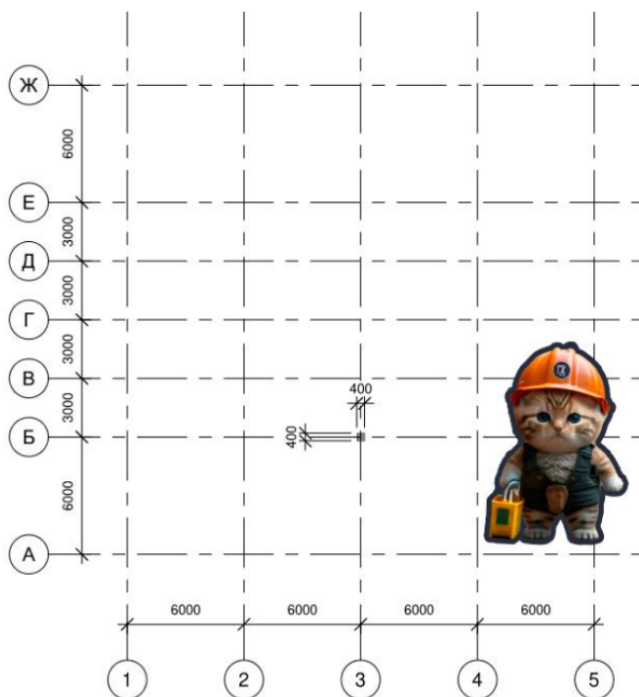
Здрав буди, боярин/боярыня!

Пушистики умеют все, но ориентироваться в пространстве у них получается не лучшим образом.

Почувствуйте себя настоящими сыщиками и помогите Пушистику определить местоположение колонны 400×400 мм.

Для этого создайте сетку осей в соответствии с чертежами (помните: пересечение осей А-1 находится в начале координат проекта).

Далее разместите центр колонны на пересечение осей Б-3 и измерьте удаление ее правого верхнего угла от начала координат. Вычитите меньшую координату из большей, результат и будет ответом на это задание.



Для выполнения задания можно использовать все необходимые вам материалы и ПО: это может быть что угодно, например, ручка и бумажка или даже интуиция (но помните, что количество попыток ограничено).

От себя мы рекомендуем работать в **Renga** или **Autodesk Revit**, также допускается использование Graphisoft Archicad и аналогичное ПО.

В качестве ответа внесите полученную величину в мм.

Решение

Разница координат: $12\,200 - 6\,200 = 6\,000$.

Ответ: 6000.

Задача II.3.6. 2D-завер (25 баллов)

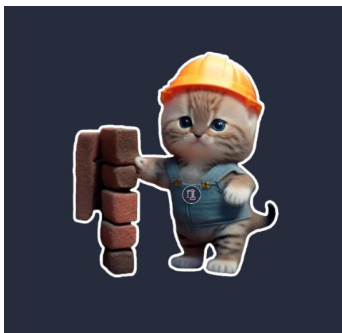
Темы: BIM, ТИМ, технологии информационного моделирования, моделирование, инжиниринг, строительство, архитектура, openBIM, IFC.

Условие

Рады вас видеть!

Когда-то давно, во времена динозавров, Пушистики делали 2D-чертежи, не зная, что такое ТИМ. До наших дней сохранились некоторые отголоски того времени. Нам удалось найти древний манускрипт пещерного Пушистика. В нем оказались чертежи какой-то пещеры.

Сделайте из обезьяны человека и создайте BIM-модель по данным заданного чертежа <https://disk.yandex.ru/d/Ag6vT8kAj99vqg/Задание2.pdf>.



Подсказки:

- оси из предыдущего задания могут помочь вам ускорить возведение модели;
- центр колонн сечением 400×400 мм размещаем на пересечении осей;
- пирог внешних стен указан на чертеже (кстати, в строительстве это называется — пирог стены);
- стены проектируем от отметки $+0,000$ м до отметки $+3,600$ м (высота стен 3600 мм).

Ответом на это задание будет суммарный объем газобетонных блоков созданных стен.

Округление полученного значения до десятых. Величина выражена в м³.

Решение

Возвести модель здания по заданным чертежам с созданием пирога внешних стен. Определить суммарный объем газобетонных блоков запроектированных стен (округление полученного значения до сотых; величина должна быть выражена в м³.)

Ответ: 208,92 м³, допустимая погрешность 1 м³.

Задача II.3.7. Классный тип (10 баллов)

Темы: BIM, ТИМ, технологии информационного моделирования, моделирование, инжиниринг, строительство, архитектура, OpenBIM, IFC.

Условие

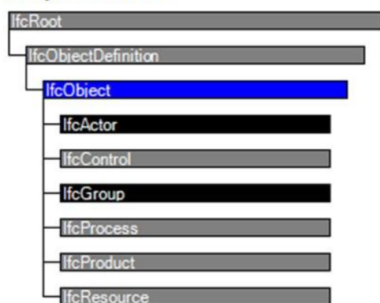
Пушистик любит работать с .ifc, ведь это универсальный помощник при работе с разными ПО. Но вот беда, он совсем не разбирается в классах .ifc, помогите ему в этом.

Согласно спецификации IFC4 https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/.

Выберите из списка классы объектов IFC, которые наследуют (являются наследниками) класса IfcObject.

5.1.3.6.2 Inherited definitions from supertypes

Entity inheritance



Выберите все подходящие ответы из списка:

1. IfcProcedure;
2. IfcSystem;

3. IfcProject;
4. IfcPropertySet;
5. IfcRelDefinesByProperties;
6. IfcProduct;
7. IfcZone.

Решение

Необходимо сделать выборку согласно спецификации IFC, пункт **Entity inheritance** и отборка его наследников (которые будут также наследниками за счет Родителя/Родителей — базового класса `IfcObject`): https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_1/FINAL/HTML/schema/ifckernel/lexical/ifcobject.htm.

Ответ: 1, 2, 6, 7.

Задача II.3.8. Я иду искать (15 баллов)

Темы: BIM, ТИМ, технологии информационного моделирования, моделирование, инжиниринг, строительство, архитектура, OpenBIM, IFC.

Условие

Пушистик играет в прятки с солнечными лучиками. Но он не знает, сколько их должно быть. Помогите ему одержать победу в игре. Чтобы определить количество лучиков, попадающих в здание, в файле `Revit_DemoProject.ifc` посчитайте число всех окон (элементов класса `IfcWindow`).

Ответ внесите с точностью до целых.

Файлы скачать отсюда: https://disk.yandex.ru/d/Ag6vT8kAj99vqg/Revit_DemoProject.ifc и расположить в папке `DataExamples` курса https://github.com/GeorgGrebenyuk/TIM-analytic_tools_MGUU_VC_course.



Решение

Задания предусматривают работу с IFC и получением по ним метрической информации. Информация может быть взята как из средств просмотра и анализа информационных моделей, так и программно из-под Python.

```
from _general import mguu_cource_tools
import ifcopenshell as _ifc
ifc_file =
↳ _ifc.open(mguu_cource_tools.get_example_file_path("Revit_DemoProject.ifc"))
answer = len(ifc_file.by_type("IfcWindow"))
```

Библиотеки и подключаемые модули: https://github.com/GeorgGrebenyuk/TIM-analytic_tools_MGUU_VC_cource.

Ответ: 17.

Работа наставника НТО на втором отборочном этапе

На втором отборочном этапе участникам предлагаются индивидуальные и командные задачи в рамках выбранных профилей. Для подготовки к нему наставник может использовать следующие рекомендуемые форматы и мероприятия:

- Подготовка по образовательным программам НТО по ряду технологических направлений.
- Разбор задач второго отборочного этапа НТО прошлых лет.
- Прохождение онлайн-курсов по разбору задач НТО прошлых лет.
- Прохождение онлайн-курсов, рекомендованных разработчиками профилей.
- Разбор материалов для подготовки к профилям.
- Практикумы. Для организации практикумов возможно использовать разные подходы или их комбинации:
 - Проведение практикумов по описаниям на страницах профилей и материалов для подготовки.
 - Декомпозиция задач заключительных этапов прошлых лет для выделения наиболее актуальных элементов и их изучения.
 - Анализ технических знаний и навыков (hard skills), требуемых для конкретного профиля, и самостоятельная разработка или поиск занятия для развития наиболее актуальных из них.
 - Посещение практикумов на площадках подготовки и онлайн-мероприятий от разработчиков профилей. Объявления о таких мероприятиях публикуются в группах НТО в VK и в телеграм-канале для наставников НТО (https://t.me/kruzhok_association).

Второй отборочный этап

Концепция заключительного этапа заключается в создании максимально приближенных к практике заданий. Благодаря этому участникам предоставляется возможность познакомиться с миром строительной индустрии, а также всеми преимуществами цифрового инжиниринга при решении множества задач.

Задачи второго отборочного этапа направлены на возможность участников проявить свои навыки. Решая вопросы, которые возникают в процессе проектирования реального объекта, участники полностью погружаются в цифровой инжиниринг и его преимущества при использовании в строительстве.

Командность в задачах этапа основывается на многогранности направлений. Участникам предлагается выполнить задания по различными направлениями, таким как проектирование, программирование, параметризация, поэтому важная часть командной работы — назначение ответственных и распределение ролей.

Архитектурные решения

Задача IV.1.1. Майнкрафт для продвинутых (5 баллов)

Темы: ТИМ, АР, моделирование, проектирование.

Условие

Когда-то давно, во времена динозавров, люди делали 2D-чертежи, не зная, что такое BIM. До наших дней сохранились некоторые отголоски того времени. Нам удалось найти древний манускрипт пещерного человека. В нем оказались чертежи какой-то пещеры.

Предлагаем вам сделать из обезьяны человека и создать BIM-модель по данным заданного чертежа <https://disk.yandex.ru/i/DRGzIFSpJVUdQ>.

Подсказки:

- центр колонн сечением 400×400 мм размещаем на пересечении осей;
- пирог внешних стен указан на чертеже (кстати, в строительстве это называется «пирог стены»);
- стены проектируем от отметки $+0,000$ м до отметки $+3,600$ м (высота стен 3600 мм).

Ответом на это задание будет суммарный объем созданных стен.

Округление полученного значения до десятых. Величина выражена в м^3 .

Решение

Возвести модель здания по заданным чертежам с созданием пирога внешних стен. Определить суммарный объем запроектированных стен (округление получен-

ного значения до сотых. Величина должна быть выражена в м^3).

Ответ: 208,92 м^3 , допустимая погрешность 0,5 м^3 .

Задача IV.1.2. Зима близко (5 баллов)

Темы: ТИМ, АР, теплотехника, расчеты.

Условие

Наш дом — наша крепость. Зима — это не только длящийся годами сезон, но и символ тяжелых испытаний. . . А наша крепость должна выдержать любые невзгоды.

Давайте зададим нашим стенам правильный состав.

Для этого произведем теплотехнический расчет.

В документе <https://disk.yandex.ru/i/-bm52xiWfC4d-Q> указаны все необходимые для подсчета данные и формулы. Однако толщина одного из материалов не задана. Вычислите это значение и запишите в поле ответа (округление полученного значения до сотых; величина должна быть выражена в м).

Решение

Путем несложных математических преобразований вычисляем толщину неизвестного материала по приведенной формуле, подставляя в нее данные значения.

Ответ: 0,10 м.

Инженерные сети

Задача IV.2.1. Проветривание помещения (15 баллов)

Темы: ТИМ, ОВиК, инженерные сети, системы вентиляции.

Условие

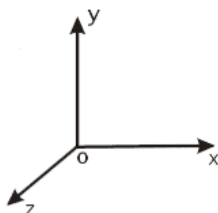
Для обеспечения комфортного пребывания людей в помещении необходимо поддерживать циклический процесс удаления загрязненного воздуха из помещения и подачи очищенного. Именно системы вентиляции помогают выполнить эту задачу.

Готовы перевоплотиться в инженера-сетевика? Надеемся, что да, потому что в этом задании вам необходимо смоделировать систему воздуховодов согласно заданной таблице.

Сечение воздуховода		Длина воздуховода	Направление
Ширина	Высота		
500	300	3000	Z+
500	300	2000	X+
500	300	7000	Z—

Сечение воздуховода		Длина воздуховода	Направление
Ширина	Высота		
1000	300	7400	X+
500	300	3000	Z+
500	300	6000	X+
500	300	2500	Z+
500	300	1300	Y+
500	300	4000	Z+
500	300	1650	X−
500	300	2000	Y+
500	300	5000	X−
600	400	16800	Z−
500	300	9000	X−
500	300	3000	Z+
500	300	4000	X+
500	300	5000	Y−
500	300	11000	X+

Направление задается согласно следующей системе координат.



Учтите, что длины воздуховодов в таблице указаны от и до соединительной детали. Для воздуховодов созданной системы создайте изоляцию 25 мм (будьте внимательны к формулировке).

В ответ укажите значение, рассчитанное по формуле (объем измеряется в м^3).

Количество пересечений внутри системы $\cdot 0,786 + \text{Объем изоляции}$.

Решение

$$0 \cdot 0,786 + 4,57 = 4,57.$$

Ответ: 4,57.

Задача IV.2.2. Да будет свет! (10 баллов)

Темы: ТИМ, ЭОМ, освещенность, осветительные приборы.

Условие

Важной частью любого строительного объекта является его внутреннее освещение. Только корректная расстановка осветительных приборов позволяет обеспечить комфортное пребывание людей в помещении.

Расчетом освещенности, расстановкой светильников, а также электросетями и оборудованием занимаются проектировщики раздела ЭОМ.

Предлагаем вам погрузиться в увлекательный мир света и стать богом Ра в мире строительства.

Задача заключается в следующем: по заданным в спецификации техническим характеристикам необходимо подобрать светильники и расставить их в соответствии с предоставленными чертежами (<https://disk.yandex.ru/d/MndqEqf3SX0zAQ>).

Модель, в которой осуществляется расстановка: <https://disk.yandex.ru/d/MndqEqf3SX0zAQ>.

В качестве ответа необходимо предоставить ссылку на диск с файлом проекта в проприетарном и .ifc-форматах.

Решение

Участникам необходимо предоставить ссылку на диск с файлом проекта в проприетарном и .ifc-форматах.

Конструктивные решения

Задача IV.3.1. Веселая ферма (5 баллов)

Темы: ТИМ, КР, ферма, узлы, проектирование, моделирование.

Условие

Каждый специалист в области строительства знает, что ферма — это не просто сельскохозяйственное предприятие, а важный элемент конструкции, который способен выдерживать большие статические и динамические нагрузки. Для создания точной документации и подсчета элементов проекта необходимо тщательно проработать каждый объект, особенно несущие конструкции. Поэтому данное задание проверяет навыки моделирования ферм с уровнем детализации LOD 400, включающим профили, стержни и детальную проработку узлов.

Задание заключается в следующем: на основе выданных чертежей создайте ферму, уровень детализации которой LOD 400, и спецификацию изделия.

В качестве ответа предоставить ссылку на диск с файлом формата .ifc, который даст полное представление о конструкции (обязательно наличие узлов), а также отправить созданный проект фермы на почту HTO.bim.polytech@gmail.com. В названии файла важно указать User ID.

Исходный чертеж: <https://disk.yandex.ru/i/bTfBQRi684BoQw>.

Решение

Исходя из предоставленных чертежей, нужно создать модель фермы, экспортировать в формат `.ifc` и направить ссылку на диск с файлом модели.

Ответ: ссылка на диск с моделью фермы в формате `.ifc`.

Топография

Задача IV.4.1. Яндекс карты отдыхают (10 баллов)

Темы: ТИМ, топография, ГП, ПЗУ, вертикальная планировка.

Условие

Одна из самых острых проблем современного общества — забота о Земле. Давайте и мы с вами приобщимся к этой теме, и создадим для Земли ее модельку.

В этой задаче вам необходимо воссоздать исходную топоповерхность на основе набора точек и соответствующих им координат, записанных в формате (Номер | Север | Восток | Отметка): https://disk.yandex.ru/d/4te_HRAN778f2Q.

В качестве ответа предоставить ссылку на диск с файлом формата `.ifc`, а также отправить созданный проект фермы на почту `HT0.bim.polytech@gmail.com`. В названии файла важно указать User ID.

Решение

Необходимо создать топоповерхность, исходя из предоставленного файла с точками, экспортировать в формат `.ifc` и направить ссылку на диск с файлом модели.

Ответ: ссылка на диск с моделью фермы в формате `.ifc`.

Программирование

Задача IV.5.1. Подоконник снаружи (15 баллов)

Темы: координация, BIM, ТИМ, Revit, моделирование, окна, автоматизация.

Условие

Подоконники снаружи (а корректнее сказать — отливы) — это элементы, которые используются для защиты нижней части окон от дождя и снега. Они могут быть выполнены из различных материалов, таких как металл, пластик или камень, и устанавливаются снаружи от окна. Отливы помогают предотвратить попадание влаги внутрь помещения и защищают оконные рамы от повреждений. Помимо этого они могут служить декоративным элементом, который придает зданию завершенный вид.

Кроме того существует такое понятие, как откосы — наклонные поверхности наружных стен здания в местах соединения с оконными проемами. Они также имеют важное значение для защиты здания от попадания внутрь воды, снега и других осадков.

В этом задании вам предстоит создать данные элементы у всех окон и витражей, которые созданы в <https://disk.yandex.ru/d/t0KY0did200Iwg>. Примерные размеры указаны на картинке, остальное — ваше поле для творчества.

Результатом работы должны стать две спецификации: на отливы и на откосы, в которых должна быть отражена длина (в погонных м), необходимая для отделки всех окон (и витражей).

Задание необходимо решить максимально рациональным способом с помощью скрипта.

Для оценивания необходимо предоставить ссылку на диск с файлом `.rvt` с содержанием скрипта, описанием его работы и спецификациями, запрашиваемыми по заданию, в `.pdf`-формате.

Формат входных данных

Файл формата `.rvt`.

Формат выходных данных

Описание результата работы.

Результат работы программы

Созданы отливы и откосы окон.

Решение

Участники должны предоставить файл проприетарного формата с расставленными отливами и откосами, спецификации, а также скрипт с описанием работы.

Задача IV.5.2. Объем имеет значение (5 баллов)

Темы: ТИМ, программирование, Python, автоматизация.

Условие

Одной из конечных целей проектирования является подсчет объема используемых материалов и конечная стоимость объекта.

Чтобы это сделать, естественно, сначала необходимо осуществить подсчет объема объектов, которые сделаны из этого материала.

В этом задании вам нужно посчитать суммарный объем (поле `NetVolume`) для элементов классов (`IfcClass`) `IfcColumn` и `IfcBeam`, в названии (`ifc_name`) которых отсутствует «400 × 400».

Ответом будет полученный объем, выраженный в м³ с округлением до сотых.

Выполняются для IFC-файлов. Ссылка на файл (разархивировать): <https://disk.yandex.ru/d/1cRc6cKL5JJGAQ>.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 def task6():
2     create_table = getting_super_table_by_ifc\
3         (r'E:\УИП\Школа_ru.ifc')
4     st_file = pandas.read_csv(r'E:\УИП\Школа_ru.csv')
5     need_classes = ["IfcColumn", "IfcBeam"]
6     df = st_file[["IfcClass", "ifc_name", "NetVolume"]]
7     df = df[df["IfcClass"].isin(need_classes)]
8     df = df[~df["ifc_name"].isin(['400x400'])]
9     df = df["NetVolume"]
10    print(df)
11    total_volume = 0.0
12    for i in df.items():
13        total_volume += float(i[1])
14    print(total_volume)
```

Ответ: 3646,89 м³, допустимая погрешность 0,5 м³.

Задача IV.5.3. Опять зима (10 баллов)

Темы: ТИМ, программирование, Python, автоматизация.

Условие

И снова наступила зима, но не все стены нашей крепости одинаково сохраняют тепло.

Найдите в модели стены, которые обладают наилучшими теплотехническими свойствами, и в качестве ответа запишите их количество.

Модель IFC: файл с моделью `ifc` (разархивировать).

Для теплотехнического расчета воспользуйтесь материалами задачи IV.1.2. Теплотехнический расчет — рекомендуем использовать `ifcopenshell`.

Справочные материалы по схеме IFC:

- <http://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4x3/HTML/lexical/IfcWall.htm>;
- http://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4x3/HTML/concepts/Object_Association/Material_Association/Material_Set/content.html;

- http://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4x3/HTML/concepts/Object_Association/Material_Association/content.html;
- <http://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4x3/HTML/lexical/IfcMaterial.htm>;
- <http://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4x3/HTML/lexical/IfcMaterialProperties.htm>.

Полезно посмотреть: <https://community.osarch.org/discussion/510/ifcopen-shell-get-wall-layers-and-materials>.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1  #!/usr/bin/env python
2  # coding: utf-8
3
4  # In[20]:
5  import ifcopenshell
6  import numpy as np
7  from typing import NamedTuple
8  a_ext = 23
9  a_int = 8.7
10
11 # In[21]:
12 model = ifcopenshell.open('./УПП_Школа_ru.ifc')
13
14 # In[22]:
15 walls = model.by_type("IfcWall")
16
17 # In[23]:
18 class MatProps(NamedTuple):
19     name: str
20     d: float
21     l: float
22
23 def get_properties(mat_const) -> MatProps:
24     name = mat_const.Name
25     mat = mat_const.Material
26     d = float(name.split()[-2])
27
28     props = mat.HasProperties
29     l = sum([[j.NominalValue.wrappedValue for j in i.Properties if j.Name ==
30     ↪ "ThermalConductivity"] for i in mat.HasProperties if i.Name ==
31     ↪ "Pset_MaterialThermal"], [])
32     if len(l) == 0:
33         return None
34     return MatProps(name, d/1000, l[0])
35
36
37 def get_mat_Rt(p) -> float:
38     return p.d / p.l
39
40 # In[24]:
41 def get_wall_Rt(wall, a_ext, a_int) -> float:
42     if len(wall.HasAssociations) == 0:
43         return None
44     rm = wall.HasAssociations[0].RelatingMaterial

```

```

42     mat_cs = rm.MaterialConstituents
43     Rs = 0
44     for mat_c in mat_cs:
45         p = get_properties(mat_c)
46         if p is None:
47             print("p None", mat_c, wall)
48         Rs += get_mat_Rt(p)
49
50     R = (1/a_ext) + (1/a_int) + Rs
51     return R
52
53 # In[25]:
54 Rt_list = []
55 for wall in walls:
56     Rt = get_wall_Rt(wall, a_ext, a_int)
57     Rt_list.append(Rt)
58 Rt_arr = np.array(Rt_list)
59
60 # In[26]:
61 mv = np.max([i for i in Rt_list if i is not None])
62 cnt = np.count_nonzero(mv == Rt_arr)
63 print(cnt)

```

Ответ: 2.

Симуляция

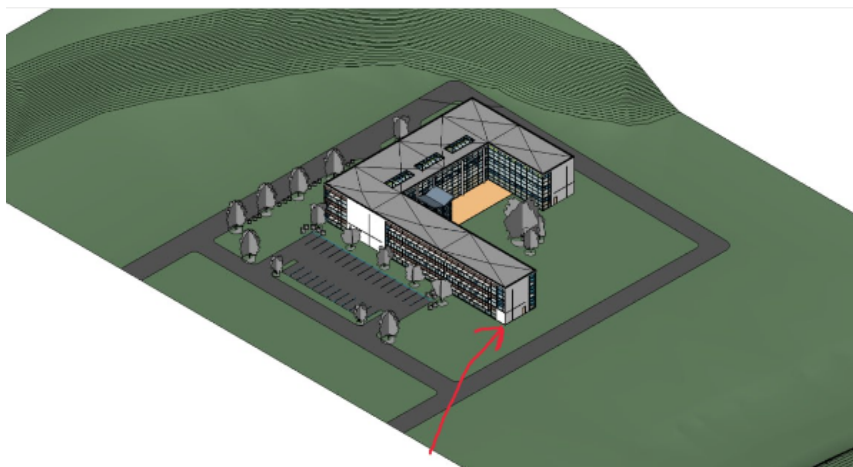
Задача IV.6.1. Солнышко мое, вставай (10 баллов)

Темы: координация, BIM, ТИМ, Revit, моделирование, окна, автоматизация.

Условие

Теневое воздействие — это фактор, который должен обязательно учитываться при анализе и планировке участка. Важно учесть, как движется солнышко, чтобы сделать вывод о воздействии тени от расположенных рядом зданий. От этих факторов зависит возможность обеспечения инсоляции отдельных помещений.

Ваша задача заключается в создании симуляции теневого воздействия. В качестве исходных данных предоставляется модель (<https://disk.yandex.ru/d/DSu2AJw1a8chow>), а также координаты (59°54'23,5"N 30°18'31,9"E), к которым ее необходимо привязать точкой, обозначенной на скриншоте.



В качестве ответа необходимо предоставить ссылку на диск с видео в формате .mp4, на котором будет отчетливо видны движения солнца и отбрасываемые тени (в ссылке с моделью содержится пример видео теневого воздействия).

Формат входных данных

Файл формата .ifc.

Решение

Участники должны предоставить ссылку на диск с видео в формате .mp4, на котором будет отчетливо видны движения солнца и тени.

Работа наставника НТО при подготовке к заключительному этапу

На этапе подготовки к заключительному этапу НТО наставник решает две важные задачи: помощь участникам в подготовке к предстоящим соревнованиям и формирование устойчивой и слаженной команды. Для подготовки рекомендуется использовать сборники задач прошлых лет. Кроме того, наставнику важно изучить организационные особенности заключительного этапа, чтобы помочь ученикам разобраться в формальных особенностях его проведения.

Наставник НТО также может познакомиться с разработчиками профилей для получения консультации о подготовке к заключительному этапу, дополнительных материалах и способах поддержки высокой мотивации участников.

При работе с командой участников рекомендуется уделить внимание следующим вопросам:

- Сплочение команды. Наставнику необходимо уделить этому особое внимание, если участники команды находятся в разных городах и не имеют возможности встретиться в очном формате. Регулярные встречи, в том числе в дистанционном формате, помогут поддержать эффективную и позитивную коммуникацию внутри команды.
- Анализ состава команды. Необходимо обсудить роли участников в команде и задачи, которые им предстоит решать в рамках выбранных ролей. Кроме того, нужно обсудить взаимозаменяемость ролей.
- Анализ знаний и компетенций участников. Необходимо убедиться, что участники обладают нужными навыками и компетенциями и продумать план по формированию и развитию недостающих навыков и компетенций.
- Составление плана подготовки. График занятий строится, исходя из даты начала заключительного этапа.
- Участие в подготовительных мероприятиях от разработчиков профилей. Перед заключительным этапом проводятся установочные вебинары, разборы задач прошлых лет, практикумы, хакатоны, мастер-классы для финалистов. Информация о таких мероприятиях публикуется в группе НТО в VK и в чатах профилей в Telegram.
- Проведение практикумов или хакатонов. Для этого наставники могут использовать материалы для подготовки к соответствующему профилю и сборники задач прошлых лет. Практикумы и хакатоны могут проводиться дистанционно, рекомендации для этого формата приведены в сборниках 2020–22 гг.

Во время заключительного этапа участников сопровождают модераторы или волонтеры, разработчики профиля и организаторы НТО. Внешнее вмешательство в ход соревнований запрещено. Участники, получившие во время проведения НТО стороннюю помощь, могут быть дисквалифицированы.

Заключительный этап

Предметный тур

Информатика и информационные технологии. 8–11 классы

Тестовые наборы для задач представлены по ссылке — <https://disk.yandex.ru/d/KG1rY2PIY4Fv-g>.

Задача VI.1.1.1. Артхаус (100 баллов)

Условие

Ваня решил стать компьютерным дизайнером и захотел написать генератор изображений в стиле артхаус. Он начал генерировать изображения размером $N \times N$, чтобы они были квадратными и все его подруги могли ставить его изображения себе на фото профиля (разумеется, когда они квадратные, это удобнее). Также Ваня любил красивые числа, поэтому N всегда кратно 4. Каждый пиксель мог быть либо черным, либо белым. Для экономии памяти на своем старом ноутбуке Ваня решил сохранять изображение как последовательность кодов цветов пикселей, используя для записи кода цвета каждого пикселя минимально возможное, одинаковое для всех кодов количество бит. После этого он заметил, что любое получившееся изображение можно разбить на непересекающиеся квадраты размером 4×4 пкс и в каждом таком квадрате всегда получается одинаковое количество белых и черных пикселей. Потом Ваня придумал еще один способ хранения — он решил присвоить уникальный числовой код каждому удовлетворяющему этому условию квадрату 4×4 и сохранять в память изображение как последовательность таких кодов, используя для записи кода каждого квадрата минимально возможное, одинаковое для всех кодов количество бит. Ваня обнаружил, что при втором способе записи изображение занимает в памяти на 144 байт меньше, чем при первом. Определите N , при котором это возможно. В ответе укажите целое число.

Решение

Каждый квадрат содержит 16 пикселей, поэтому при первом способе хранения информации рисунок в одном квадрате потребует для хранения 16 бит. Однако, из условия следует, что в каждом квадрате ровно 8 черных и ровно 8 белых пикселей. Количество возможных рисунков в этом случае можно получить по формуле числа сочетаний

$$\binom{16}{8} = \frac{16 \cdot 15 \cdot 14 \cdot 13 \cdot 12 \cdot 11 \cdot 10 \cdot 9}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8} = 13 \cdot 11 \cdot 10 \cdot 9 = 12870.$$

Отметим, что $2^{13} < 12870 < 2^{14}$, поэтому для хранения номера рисунка достаточно 14 бит. Таким образом, второй способ хранения одного квадрата экономит 2 бита. При втором способе количество информации уменьшилось на 169 байт или $169 \cdot 8$ бит. Тогда количество квадратов равно $\frac{169 \cdot 8}{2} = 169 \cdot 4$, а количество пикселей во всем рисунке $169 \cdot 4 \cdot 16$.

Учитывая, что исходный рисунок также имел квадратную форму, получаем, что длина стороны равна $\sqrt{169 \cdot 4 \cdot 16} = 13 \cdot 2 \cdot 4 = 96$.

Задача VI.1.1.2. В добрый путь (100 баллов)

Условие

Главное дорожно-строительное предприятие страны N решило написать программу для учета всех построенных дорог между городами. В этой программе они захотели представить города и дороги, связывающие их, как неориентированный граф с N вершинами. Петя, один из разработчиков этой программы, для представления графа предложил использовать матрицу смежности, представив двумерный булевский массив, в котором значение 1 в строке i и столбце j означает наличие ребра между соответствующими вершинами, а значение 0 — отсутствие ребра между ними. Ваня, другой разработчик, предложил использовать список ребер — байтовый массив из двух столбцов, в котором хранятся номера начальных и конечных вершин ребер (при этом каждое ребро включается в список один раз, а вершины в паре нумеруются по возрастанию). В ходе разработки выяснилось, что страна N находится на полуострове, поэтому все города расположены вдоль одной прямой и соединяются одной длинной дорогой, проходящей поочередно через каждый город.

Сколько вершин находится в графе, который моделируют Петя и Ваня, если разница между двумя представлениями графа составила 362 байта? Булевские переменные здесь занимают 1 байт. Известно, что граф является связным, и каждая пара вершин в нем соединена ровно одним путем. или что-то подобное, чтобы было понятно, что граф является деревом.

Решение

Хранение матрицы смежности для графа из N вершин потребует N^2 байт. Из условия следует, что граф является деревом, поэтому содержит $N - 1$ ребро. Информация о каждом ребре будет содержать два числа, поэтому хранение списка ребер потребует $2(N - 1)$ байт. Второй способ экономнее первого на 362 байта, поэтому получаем уравнение:

$$N^2 - 2(N - 1) = 362.$$

Решив это уравнение, получим ответ $N = 20$.

Ответ: 20.

Задача VI.1.1.3. Новогодние подарки (100 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Корней Петрович решил закупить подарки для своих коллег. У него нет денег, поэтому перед этим он пошел в банк, где ему одобрили кредит на m рублей (он может взять в кредит любую сумму от 0 до m рублей).

После взятия кредита Корней Петрович запланировал пойти в магазин, на витрине которого находятся n подарков. Корней Петрович был очень ленивым, поэтому не собирался тщательно выбирать подарки: он собирался просто идти вдоль витрины и всякий раз, как он видит подарок, на который у него хватает денег, он сразу его покупает.

Помогите ему посчитать, какое максимальное количество денег у него может остаться после закупки товаров, если взять кредит оптимального размера и расположить подарки на витрине в оптимальном порядке (так, чтобы при покупке по заданному алгоритму покупки у него осталась максимально возможная сумма рублей на руках). Допустим порядок товаров, при котором сумма денег на руках у Корнея Петровича позволяет купить не все подарки. Допустимо, что он возьмет кредит, при котором не купит ни один подарок.

Формат входных данных

Два числа n и m в первой строке ($1 \leq n \leq 10^5$, $0 \leq m \leq 10^9$) — количество подарков и размер одобренного кредита, далее строка из n чисел — цены подарков. Все цены меньше 10^9 .

Формат выходных данных

Одно число — максимальное количество рублей, которое может остаться на руках у Корнея Петровича.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
4 12
5 6 4
Стандартный вывод
4

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1 count, max_credit = map(int, input().split())
2 goods = sorted(list(map(int, input().split())))
3 res = max_credit
4 m1 = 0
5 m2 = 0
6 for el in goods:
7     if el > res:
8         continue
9     m1 = el - 1
10    m2 = res - el
11    res = max(m1, m2)
12 print(res)

```

Задача VI.1.1.4. Количество чисел (100 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Найдите количество чисел N , удовлетворяющих неравенству $A \leq N \leq B$, таких, что в записи N в двоичной системе счисления используется ровно 3 единицы.

Формат входных данных

Два числа A и B , записанные через пробел в одной строке, $A \leq B$, $A > 0$, $B < 10^{15}$.

Формат выходных данных

Одно число — количество чисел N .

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
2 20
Стандартный вывод
5

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1 a, b=map(int, input().split())
2 c=0
3 for i in range((len(bin(a)))-3,(len(bin(b)))-2):
4     for j in range(i):
5         for k in range(j):
6             if 2**k + 2**j + 2**i >=a and 2**k + 2**j + 2**i <= b:
7                 c+=1
8 print(c)

```

Задача VI.1.1.5. Неожиданное помилование (100 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Друзья-студенты вместо того, чтобы готовиться к завтрашнему экзамену по инженерной графике, дружно пошли играть в боулинг и вспомнили о подготовке утром перед самим экзаменом. Казалось бы, все пропало, но неожиданно преподаватель заявил, что готов поставить тройку автоматом тем, у кого номер зачетной книжки в системе счисления с основанием N является числом-палиндромом (т. е. слева направо и справа налево читается одинаково). Поскольку наша группа студентов дружит еще со школы, они приходили за зачетными книжками в один день, а их номера — последовательные числа на интервале $[A; B)$. Выясните, сколько человек получат тройки, а сколько пойдут на пересдачу.

Формат входных данных

Одна строка — числа A , B , N через пробел ($2 \leq N \leq 36$, $A < 10^{11}$, $B < 10^{11}$).

Формат выходных данных

Одно целое число — максимально возможное количество троек, полученных автоматом на экзамене.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
100 200 2
Стандартный вывод
8

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1  digits = "0123456789ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ"
2
3  def to_n(num):
4      num_in_n = ""
5      while num:
6          num_in_n = digits[num % n] + num_in_n
7          num = num // n
8      return num_in_n
9
10 def palindrome_number_generator():
11     yield "0"
12     lower = 1
13     while True:
14         higher = lower * n
15         for i in range(lower, higher):
16             s = to_n(i)
17             yield s + s[-2::-1]
18         for i in range(lower, higher):
19             s = to_n(i)
20             yield s + s[::-1]
21         lower = higher
22
23 def palindromes(lower, upper):
24     all_palindrome_numbers = palindrome_number_generator()
25     for p in all_palindrome_numbers:
26         if int(p, n) >= lower:
27             break
28     if int(p, n) >= upper:
29         return []
30     palindrome_list = [p]
31     for p in all_palindrome_numbers:
32         if int(p, n) >= upper:
33             break
34         palindrome_list.append(p)
35     return palindrome_list
36
37 a, b, n = list(map(int, input().split()))
38 print(len(palindromes(a, b)))

```

Физика. 8–9 классы

Задача VI.1.2.1. Дрон (30 баллов)

Условие

Дрон типа летающее крыло совершает левый поворот по окружности с радиусом 300 м с наклоном плоскости крыла, не меняя свою высоту. Найти, на сколько при этом должна измениться скорость, если до поворота он летел с горизонтальной скоростью 120 км/ч. Считать, что подъемная сила крыла всегда перпендикулярна плоскости крыла и пропорциональна квадрату скорости.

Решение

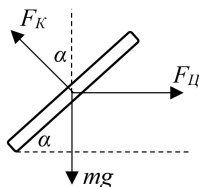
Поскольку F_K всегда перпендикулярна плоскости крыла и пропорциональна квадрату скорости, опишем ее через коэффициент пропорциональности β :

$$F_K = \beta V^2.$$

Для горизонтального полета на скорости V_0 сила тяжести и подъемная сила крыла должны быть равны:

$$mg = \beta V_0^2.$$

При совершении поворота плоскость крыла должна быть наклонена на некий угол α .



$$\begin{cases} mg = \beta V_1^2 \cos \alpha, \\ m \frac{V_1^2}{R} = \beta V_1^2 \sin \alpha, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_0^2 = V_1^2 \cos \alpha, \\ \operatorname{tg} \alpha = \frac{V_1^2}{gR}, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{V_0^2}{gR} = \sin \alpha, \\ V_1^2 = \frac{V_0^2}{\cos \alpha}, \end{cases} \Rightarrow V_1^2 = \frac{V_0^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{V_0^2}{gR}\right)^2}}.$$

$$V_1 = 124,5 \text{ км/ч.}$$

Ответ: скорость должна увеличиться на 4,5 км/ч.

Задача VI.1.2.2. Термос (20 баллов)

Условие

В герметично закрытый термос налили воды при температуре 0°C . Найти, какое количество паров воды надо откачать из сосуда, чтобы вода в сосуде замерзла. Удельная теплота парообразования при 0°C равна $2,5 \text{ МДж/кг}$, удельная теплота кристаллизации воды равна 330 кДж/кг .

Решение

Очевидно, что теплота покидает сосуд вместе с откаченным паром, следовательно:

$$\begin{cases} m_{\text{общ}} = m_{\text{пар}} + m_{\text{лед}}, \\ Lm_{\text{пар}} = \lambda m_{\text{лед}}, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_{\text{общ}} - m_{\text{пар}} = m_{\text{лед}}, \\ Lm_{\text{пар}} = \lambda(m_{\text{общ}} - m_{\text{пар}}), \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L \frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{общ}}} = \lambda \left(1 - \frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{общ}}}\right) \Rightarrow \frac{m_{\text{пар}}}{m_{\text{общ}}} = \frac{\lambda}{\lambda + L} = 11,7\%.$$

Ответ: 11,7%.

Задача VI.1.2.3. Квадрокоптер (20 баллов)

Условие

Квадрокоптер с грузом движется со скоростью 30 км/ч , а без груза — 50 км/ч . Найти, на какое максимальное расстояние он сможет доставить груз (и вернуться обратно), если емкости аккумулятора хватает на 30 мин полета без груза, а с грузом расход емкости аккумулятора происходит в 1,5 раза быстрее.

Решение

Очевидно, что путь в обе стороны должен быть равный, тогда:

$$\begin{cases} V_{\text{гр}} t_1 = 1,5 V_{\text{гр}} t_2, \\ t_1 + t_2 = t_0, \end{cases} \Rightarrow t_1 = \frac{1,5 V_{\text{гр}} t_0}{V_{\text{гр}} + 1,5 V_{\text{гр}}} \Rightarrow S = V_{\text{гр}} \frac{V_{\text{гр}} t_0}{V_{\text{гр}} + 1,5 V_{\text{гр}}}.$$

$$S = 7,143 \text{ км}.$$

Ответ: 7,143 км

Задача VI.1.2.4. Плот (30 баллов)

Условие

Плот с начальной скоростью 2 м/с оттолкнули от берега перпендикулярно течению реки. Ширина реки составляет 100 м . Определите, на какое расстояние вниз по

течению реки сместится плот относительно начальной точки при достижении противоположного берега, если скорость течения неоднородна и достигает своего максимума 2 м/с в середине реки и линейно убывает к берегам так, что возле берега течение отсутствует.

Решение

Рассмотрим первую половину пути. Очевидно, что в силу симметрии задачи отклонение вдоль течения на второй половине будет равно отклонению на первой половине.

Запишем функцию скорости течения как координату по оси x (ось перпендикулярна течению).

$$V_T(x) = Cx,$$

где $C = 0,04 \text{ с}^{-1}$.

Координата x линейно зависит от времени, следовательно:

$$V_T(t) = CV_0 t.$$

Очевидно, что CV_0 является ускорением, значит, перемещение вдоль течения описывается следующим образом:

$$y(t) = \frac{CV_0 t^2}{2}.$$

Следовательно, снос плота течением при переправе через реку

$$y(t) = CV_0 t^2 = C \left(\frac{L}{V_0} \right)^2 = \frac{CL^2}{V_0} = 100 \text{ м}.$$

Ответ: 100 м.

Физика. 10–11 классы

Задача VI.1.3.1. Конденсатор (20 баллов)

Условие

Плоский горизонтально расположенный воздушный конденсатор заполнен твердым диэлектриком, занимающим весь его внутренний объем. Конденсатор подключен к батарее с напряжением U . Внешняя сила практически мгновенно вынимает диэлектрик из конденсатора. Найти работу внешней силы, если емкость конденсатора после удаления диэлектрика стала равна C_0 , диэлектрическая проницаемость диэлектрика ε .

Решение

Поскольку диэлектрик вынимают очень быстро, заряд на конденсаторе не меняется.

При удалении конденсатора его внутренняя энергия изменяется на

$$\Delta W = W_1 - W_0 = \frac{(C_0 \varepsilon U)^2}{2C_0} - \frac{(C_0 \varepsilon U)^2}{2\varepsilon C_0} = \frac{C_0 \varepsilon U^2}{2}(\varepsilon - 1).$$

Работа внешней силы равна изменению энергии конденсатора:

$$A = \Delta W = \frac{C_0 \varepsilon U^2}{2}(\varepsilon - 1).$$

Ответ: $A = \Delta W = \frac{C_0 \varepsilon U^2}{2}(\varepsilon - 1).$

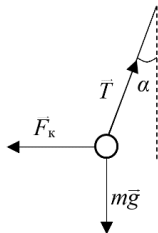
Задача VI.1.3.2. Электростатика (30 баллов)

Условие

Два одинаковых маленьких одноименно заряженных шарика висят на нитях одинаковой длины, закрепленных в одной точке. Длина нити значительно превышает расстояние между шариками. Из-за медленной утечки по нити заряд на шариках зависит от времени следующим образом $q = q_0(1 - at)^{3/2}$. Найти скорость сближения шариков, если масса шариков равна m , их начальный заряд q_0 , длина нити l , a — постоянная.

Решение

Так как ток утечки мал, можно считать, что в каждый момент времени сумма всех действующих сил равна нулю. Рассмотрим силы, действующие на один шарик, если расстояние между ними равно x .



$$\begin{cases} F_K = T \sin \alpha, \\ mg = T \cos \alpha, \end{cases} \Rightarrow k \frac{q^2}{x^2} = mg \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow k \frac{q_0^2(1 - at)^3}{x^2} = mg \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow k q_0^2(1 - at)^3 = mg \frac{x^3}{2l}.$$

Выразим расстояние между шариками:

$$x(t) = \left(\frac{2klq_0^2}{mg} \right)^{1/3} (1 - at),$$

поскольку m, l, q_0 — постоянные, то выражение имеет вид:

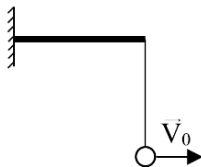
$$x(t) = C - Cat \rightarrow v = a \left(\frac{2klq_0^2}{mg} \right)^{1/3}.$$

Ответ: $x(t) = C - Cat \rightarrow v = a \left(\frac{2klq_0^2}{mg} \right)^{1/3}.$

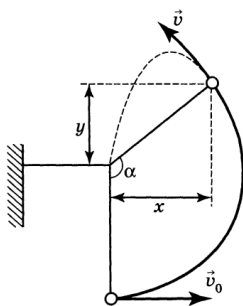
Задача VI.1.3.3. Шарик на подвесе (20 баллов)

Условие

На невесомой нерастяжимой нити длиной 10 см маленький шарик подвешен к балке. Какую минимальную горизонтальную начальную скорость ему необходимо сообщить, чтобы он ударился о точку подвеса?



Решение



В момент, когда сила натяжения нити станет равной нулю:

$$-mg \cos \alpha = \frac{mv^2}{l} \Rightarrow v^2 = -gl \cos \alpha.$$

Закон сохранения энергии для этой же точки:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgl(1 - \cos \alpha).$$

Следовательно:

$$\cos \alpha = -\frac{v_0^2 - 2gl}{3gl}.$$

После того как нить перестала быть натянутой, до точки подвеса шарик летит по параболе:

$$-vt \cos \alpha = l \sin \alpha.$$

$$-l \cos \alpha + vt \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = 0.$$

Выразим время из обоих уравнений:

$$t = \frac{n \sin \alpha + \sqrt{v^2 \sin^2 \alpha - 2lg \cos \alpha}}{g}.$$

$$t = -\frac{l}{v} \operatorname{tg} \alpha.$$

Приравняем полученные выражения и подставим скорость:

$$v \sin \alpha + v \sqrt{\sin^2 \alpha + 2} = \frac{v \sin \alpha}{\cos^2 \alpha}.$$

Из этого уравнения:

$$\sin^2 \alpha = \frac{2}{3}.$$

$$\cos \alpha = -\frac{\sqrt{3}}{3}.$$

Следовательно:

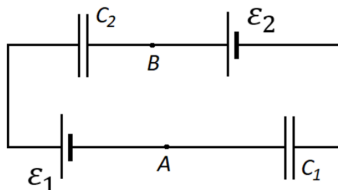
$$v_0 = \sqrt{gl(2 - 3 \cos \alpha)} = 1,93 \text{ м/с}.$$

Ответ: 1,93 м/с.

Задача VI.1.3.4. Электрические цепи (30 баллов)

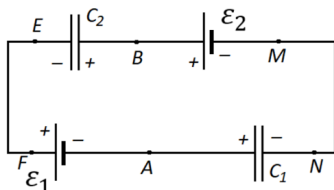
Условие

Найти разность потенциалов между точками A и B при условии, что $\varepsilon_1 = 2 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 6 \text{ В}$, $C_1 = 1 \text{ мкФ}$, $C_2 = 2 \text{ мкФ}$.



Решение

Поставим дополнительные точки.



$$\varphi_E = \varphi_F = \varphi_A + \varepsilon_1.$$

$$\varphi_N = \varphi_M = \varphi_B + \varepsilon_2.$$

По закону сохранения заряда:

$$C_1(\varphi_A - (\varphi_B + \varepsilon_2)) = C_2(\varphi_B - (\varphi_A + \varepsilon_1)).$$

$$(C_2 + C_1)(\varphi_B - \varphi_A) = C_1\varepsilon_2 + C_2\varepsilon_1.$$

$$\varphi_B - \varphi_A = \frac{C_1\varepsilon_2 + C_2\varepsilon_1}{C_2 + C_1} \approx 3,3 \text{ В.}$$

Ответ: 3,3 В.

Критерии оценивания выполнения заданий по физике

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы (в % от максимума)
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины.</p>	100%

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы (в % от максимума)
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>И (или)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачеркнуты.</p> <p>И (или)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (или)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).</p>	75%
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	25%
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок.</p>	0%
<p>Максимальный балл</p>	100%

Инженерный тур

Общая информация

Задача инженерного тура заключается в создании и адаптации информационной модели здания на основе автоматизированного анализа эффективности проектного решения с учетом требований строительства и эксплуатации зданий.

Легенда задачи

Проектирование и строительство зданий представляет собой сложную систему взаимодействия участников в ходе обмена информацией, ее обработки и принятии проектных, управленческих, логистических и других решений. Команда финалистов работает над задачей выделенного производственного участка в контексте проектирования зданий и инженерных систем поселка.

Требования к команде и компетенциям участников

Количество участников в команде: 4 человека.

Компетенции, которыми должны обладать члены команды (роли, которые должны быть представлены в команде):

- Инженер-конструктор — технологии информационного моделирования: моделирование элементов, сборка модели, экспорт в IFC.
- Инженер-конструктор — инженерные расчеты и моделирование.
- Программист — интеграция алгоритмов в САПР.
- Программист — расчеты эффективности проектного решения, анализ IFC-файлов.

Оборудование и программное обеспечение

Каждой команде предоставляется четыре графических станции со следующими характеристиками:

- процессор Intel Core i5-11400;
- ОЗУ: 16 Гб с частотой DDR4 2400 МГц;
- видеокарта GeForce GTX 1650 с поддержкой OpendL 4.0, DirectX 11;
- 64-разрядная версия ОС Microsoft Windows 10.

Программное обеспечение.

Наименование	Описание
Программное обеспечение: Аскон Renda/Autodesk Revit	Информационное моделирование объектов капитального строительства
Программное обеспечение: Dynamo или Python (PythonShell/pyRevit)/C#, среда разработки под используемый язык программирования	Программирование

Описание задачи

Задача включает в себя:

- организацию хранилища данных;
- структуризацию пространства для командного проектирования;
- выполнение расчетов, применяемых для разработки инженерных сетей;
- моделирование экономически и экологически эффективного проекта;
- достижение реальных целей строительства.

Для решения данной задачи предстоит разработать планировочные решения, подобрать участок, произвести расчеты, выбрать наиболее рациональное решение, презентовать и обосновать его.

Предыстория. В семье Котяткиных из четырех человек недавно произошло пополнение на одного человека. В связи с этим радостным событием они приняли решение перебраться из тесной городской квартиры в свой частный дом, расположенный в Санкт-Петербурге/Ленинградской области. Но не только пополнение вызвало резкое желание переезда. В последние месяцы Котяткиным стали приходить невообразимые счета на воду и электричество. Из-за чего глава семейства стал увлекаться темой рационального использования ресурсов в современном мире. Вдоволь вооружившись всей необходимой информацией Котяткин старший принялся за реализацию своей мечты..

Этап 1. Сборка исходных данных в информационную модель здания

1. Организация структурированной системы папок.

Участникам необходимо организовать папки в облачном пространстве (Яндекс Диск или Google Диск) с возможностью скачивания файлов для всех, кому направляется ссылка.

Структура папок должна соответствовать образцу:

Порядковый номер команды_Название команды

- 00_Исходные данные
- 01_В работе
- 02_Результаты работы по этапам
 - 021_Этап 1
 - 022_Этап 2
 - 023_Этап 3
 - 024_Этап 4

2. Формирование отчета об организации работы.

Необходимо предоставить отчет о распределении ролей в команде и способе организации совместной работы среди участников. Он должен содержать не менее трех скриншотов и/или фотографий, иллюстрирующих способ организации совместной работы.

3. Расчет минимальной площади участка:

- Цель проекта — разработать наиболее эффективное решение организации использования природных ресурсов в индивидуальном жилом строительстве.

Для этого необходимо подобрать такую площадь участка, при которой все осадки, выпадающие на протяжении года в Санкт-Петербурге, будут собираться при помощи специальных систем водоотведения, фильтроваться специализированными очистными сооружениями и использоваться в хозяйственно-бытовых целях.

Чтобы провести расчет минимальной площади участка необходимо:

- 3.1. По СП 131.13330.2020 определить количество осадков (в мм — показатель приведен на 1 м²), выпадающих за год в Санкт-Петербурге (важно суммировать осадки за летний и зимний периоды).

Участок также может располагаться в Ленинградской области — для расчетов используйте показатели по Санкт-Петербургу.

- 3.2. По СП 30.13330.2016 определить общий среднесуточный расчетный расход воды (в л) на одного жителя жилого дома с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом топливе.

- 3.3. Умножить найденный во втором пункте расход на количество человек в семье Котяткиных — получаем суммарный расход воды за год семей.

- 3.4. Рассчитать минимальную площадь участка: при найденном количестве осадков в мм/год и суммарном расходе воды на семью в л/день найти площадь участка, минимально необходимую для полного снабжения семьи природными ресурсами.

- При подборе минимальной площади участка следует руководствоваться предпочтениями заказчика — семьи Котяткиных, а именно: на участке необходимо организовать детскую площадку, гараж на две машины, поэтому площадь территории должна быть не менее 50 м² на человека.

4. Подбор участка.

После расчета минимально необходимой площади Котяткины приняли за выбор участка для строительства. В этом им помогли различные онлайн сервисы по продаже и покупке недвижимости (Яндекс Недвижимость, Циан и т. д.), а также публичные кадастровые карты.

С помощью всех этих инструментов необходимо найти участок, удовлетворяющий расчетам, приведенным в п. 1.3 и имеющий категорию земель «Для индивидуальной жилой застройки».

Также важно учитывать, что среди семьи Котяткиных нет известных бизнесменов или блогеров, поэтому экономическая составляющая также будет играть свою роль. В пояснительную записку необходимо занести результаты анализа доступных земельных участков и выбрать лучшее предложение, проведя сравнение выбранных участков.

Не забудьте записать кадастровые номера, координаты расположения, сто-

имость и площадь выбранных земельных участков.

В папку первого этапа в облачном хранилище необходимо загрузить следующие файлы:

- Отчет об организации совместной работы (форматы pdf, doc, txt или любой другой читаемый формат).
- Файл с расчетами минимальной площади участка (форматы pdf, doc, txt или любой другой читаемый формат).
- Отчет о подобранном участке с описанием ключевых критериев выбора именно указанного участка (форматы pdf, doc, txt или любой другой читаемый формат), скриншотами и/или фотографиями. В отчете необходимо обязательно предоставить адрес участка, стоимость. Также следует предоставить ссылку на поисковый сервис с выбранной территорией.
- Иные файлы по желанию.

Этап 2. Разработка основных проектных решений

1. Алгоритм моделирования генерального плана и создания топоповерхности:
 - 1.1. Перенести габариты участка из кадастровой карты в среду моделирования.
 - 1.2. Указать координаты земельного участка в среде моделирования.
 - 1.3. Задать материалы различным объектам генплана (дороги, зеленые насаждения и т. д.).
 - 1.4. Произвести моделирование топоповерхности с перепадами высот (моделирование может быть выполнено любым доступным способом).
Справочные материалы для моделирования топоповерхности:
https://inj9.gitbook.io/bdc_bim-extendeduserguide/blok-4-rabota-s-releform/4.3-peredacha-relefa-v-renga;
<https://www.youtube.com/watch?v=ETngbGFwup8>;
<https://www.youtube.com/watch?v=K0wliYfLYfg>.

2. Разработка планировочных решений.

Разработка планировочных решений — сложная задача, поэтому в этом вопросе Котяткины решили обратиться к тому, кто за всю свою жизнь видел миллионы планировок и создал тысячи своих уникальных. Конечно, обработать такой объем информации не мог ни один человек, поэтому Котяткины обратились за помощью к искусственному интеллекту http://stanislaschailou.com/thisisGAN/unit_program/.

Поэтому вам предстоит:

- 2.1. сгенерировать десять различных планировочных решений для одного этажа;
- 2.2. выбрать самое удачное по вашему мнению (обосновать) решение и адаптировать его под требования семьи Котяткиных;
- 2.3. произвести моделирование адаптированного планировочного решения.

Требования семьи Котяткиных:

- Толщина, материал, стоимость наружных стен задана в соответствии с заданными значениями: <https://disk.yandex.ru/i/44q6xnNPfJqSg>.
- Толщина, материал, стоимость внутренних стен и перегородок задана в соответствии с заданными значениями: <https://disk.yandex.ru/i/44q>

6xnNPrFjqSg.

- Минимальный состав помещений: санузел/ванная/душевая — 2 шт., кухня — 1 шт., спальня — 4 шт., гостиная — 1 шт., гардеробная — 1 шт.
- Минимальные габаритные размеры спальни: 2×4 м.
- Минимальные габариты ванной/душевой/санузла: 2×2 м.
- Минимальные габариты кухни: 3×3 м.
- Минимальные габариты гостиной: 4×3 м.
- Кухня, гостиная, спальня должны обязательно иметь естественное освещение (окна выбрать в соответствии с приложенными материалами: <https://disk.yandex.ru/i/vWRX7tHUyb7hHg>, <https://disk.yandex.ru/i/vWRX7tHUyb7hHg>, https://disk.yandex.ru/i/w_M05Lcv0Una6w).
- Этажность дома не более двух этажей (без учета чердачного этажа).
- Высота каждого из этажей не более 4.5 м.

3. Выгрузка IFC.

Необходимо сохранить модель в формате IFC с соблюдением определенных требований, а именно, в модели должны присутствовать параметры:

- стен с наименованиями и значениями, указанными в таблице <https://disk.yandex.ru/i/44q6xnNPrFjqSg>.
- окон с наименованиями и значениями, указанными в задании;
- помещений с наименованиями и значениями, указанными в задании.

Автоматизация решения с применением программирования принесет команде дополнительные баллы.

4. Выгрузка спецификаций и данных.

Для успешного выполнения задания следует создать:

- спецификацию всех стен с указанием объема, толщины и площади поверхности каждого материала;
- спецификацию всех окон с указанием количества и размеров;
- поэтажные планы и ведомости помещений получившегося дома с указанием площади помещений, габаритов помещений и их названий.

В папку второго этапа в облачном хранилище необходимо загрузить следующие файлы:

- Файл с топографией.
- Отчет о 10 сгенерированных планировочных решениях и описать, какой именно вариант был выбран и обоснование принятого решения (форматы pdf, doc, txt или любой другой читаемый формат).
- Модель/модели в формате ifc.
- Для всех решений с программированием — архив, в котором содержатся: описание метода решения задачи, код (один или несколько) с необходимыми библиотеками, инструкция к коду.
- Документ, содержащий поэтажные планы, ведомости помещения, спецификации необходимых элементов (pdf).

Этап 3. Светотехнический и энергетический расчеты. Подбор экономически выгодных решений

1. Светотехнический расчет

Важнейшая составляющая комфортного пребывания семьи Котяткиных в их семейном гнездышке — хорошее освещение. Оно оказывает психологическое воздействие, действует на обмен веществ, сердечно-сосудистую систему, нервно-психическую сферу. Поэтому очень важно рассчитать, какое количество света будет достаточно для каждой комнаты.

Расчет освещенности производится по формуле: $E = E_n \cdot S \cdot K$,

где

E — освещенность, Лк [люкс];

E_n — нормируемая освещенность, Лк [люкс];

S — площадь комнаты, м²;

K — коэффициент, зависящий от высоты подвеса светильника:

— при высоте до 2,7 м, коэффициент равен 1;

— при высоте от 2,7 до 3 м, коэффициент равен 1,2;

— при высоте от 3 до 3,5 м коэффициент равен 1,5;

— при высоте от 3,5 до 4,5 м коэффициент равен 2;

Нормируемая освещенность определяется в зависимости от типа помещений.

Типы жилых помещений	Нормируемая освещенность, Лк
Жилая комната, кухня	150
Детская комната	200
Ванная комната, санузел, душевая, квартирные коридоры, холлы	50
Гардеробная	75
Кабинет, библиотека	300
Лестница	20
Сауна, бассейн	100

2. Подбор светильников.

По рассчитанному значению Лк нужно подобрать количество и тип светильников в каждую из комнат. Для этого следует обратиться к поисковому сервису и найти осветительные приборы, руководствуясь следующими критериями: Лм, Вт, стоимость (семья Котяткиных имеет ограниченный бюджет и предпочитает выбирать более экономичные варианты).

Обратите внимание: Лм характеризует полное количество света, излучаемое источником во всех направлениях, то есть Лк — сумма Лм.

Результат подбора — сводная таблица по светильникам с указанием типа, марки, производителя, Лм, Вт, стоимости за один светильник, количества, суммарной стоимости.

3. Определение количества солнечных панелей.

Котяткины заботятся об экологии и хотят использовать альтернативный источник энергии для обеспечения работы ранее выбранных светильников.

Солнце — главный источник энергии на Земле, ведь около 173 ПВт (или 173 млн ГВт) солнечной энергии попадает на нашу планету ежегодно, а это более чем в 10 000 раз превышает общемировые потребности в энергии. Поэтому именно солнечные панели решила применить семья в своем проекте.

По подобранным светильникам необходимо определить суммарное количество Вт, необходимое для обеспечения нужного уровня освещенности в доме.

По найденному значению нужно рассчитать количество солнечных панелей, основываясь на следующих характеристиках, заложенных проектом:

- с 1 м² солнечной батареи можно получить 50 Вт электроэнергии в ясный летний солнечный день, и плоскость солнечной панели перпендикулярна падающему свету от солнца (то есть при ином размещении возможны потери до 50%);
- площадь одной батареи не более 2 м²;
- стоимость 1 м² панели составляет 5 550 руб.;
- толщина всех панелей 30 мм.

Важно разработать наиболее экономически выгодный проект, поэтому возможно варьирование типа светильников и количества солнечных панелей в зависимости от наиболее рационального варианта. Все решения необходимо обосновать в итоговой презентации.

4. Расстановка светильников и солнечных панелей в модели.

Расставлять осветительные приборы — не самая простая задача, так как важно учесть равномерное распределение света по комнате. В соответствии с размерами подобранных типов светильников вы должны расставить их в каждом помещении.

Результатом вашей работы будет план с отображением расстановки и маркировкой световых приборов в каждом помещении.

Эффективность работы солнечных панелей зависит от их расположения, о чем уже сообщалось ранее. Фотоэлектрические модули можно располагать на крыше или на открытой территории, а в каких именно частях участка стоит их расположить и в какую сторону ориентировать определите, исходя из собственных знаний и информации, полученной ранее.

Важно: при программировании задачи по автоматической расстановке светильников, исходя из заданных параметров помещений, будут начислены дополнительные баллы.

В папку третьего этапа в облачном хранилище необходимо загрузить следующие файлы:

- Светотехнический расчет (форматы pdf, doc, txt или любой другой читаемый формат).
- Сводная таблица с информацией по светильникам: тип, марка, производитель, Лм, Вт, стоимость за один светильник, количество, суммарная стоимости (форматы pdf, xls, doc, txt или любой другой читаемый формат).
- Отчет о подборе количества солнечных панелей с описанием выбранного решения и необходимым расчетом.
- Модель/ модели в формате ifc с расставленными светильниками
- План с отображением расстановки и маркировкой световых приборов в каждом помещении.
- Генплан с отображением расстановки солнечных панелей.
- Для всех решений с программированием — архив, в котором содержатся: описание метода решения задачи, код (один или несколько) с необходимыми библиотеками, инструкция к коду.

Этап 4. Создание симуляции и подготовка итоговой отчетности

1. Разработка симуляции.

Семья Котяткиных при переезде задумалась о смене школы для их детей, поэтому вам необходимо построить имитационную модель поведения учеников и учителей школы в начале дня от входа в школу до класса или подъема на второй этаж.

Условия:

- В школу приходят 1000 учеников с частотой 50 человек в минуту.
- В школу утром приходят 40 учителей.
- 40% учеников учатся в начальной школе.
- Школа четырехэтажная.
- В школе четыре лестницы.
- На первом этаже расположено 10 кабинетов.
- В классе 25 человек.
- Ученики начальной школы учатся на первом и втором этажах.

В качестве решения необходимо предоставить ссылку на имитационную модель (пример: <https://cloud.anylogic.com/model/a561768f-77e3-484b-8021-cf090dbf9e84?mode=SETTINGS>).

Ссылка на модель: <https://disk.yandex.ru/d/kGGiftFLpeFicg>.

2. Подготовка отчета и презентации.

Чтобы семья Котяткиных могла оценить проделанную вами работу и выбрать наиболее подходящий им вариант, необходимо предоставить:

- итоговый отчет, содержащий все предыдущие отчеты с дополнениями;
- итоговую модель со всеми реализованными решениями;
- оформленная презентация, содержащая симуляцию;
- анализ и обоснование разработанного решения.

В папку четвертого этапа в облачном хранилище необходимо загрузить следующие файлы:

- итоговый отчет (форматы pdf, doc, txt или любой другой читаемый формат);
- итоговая модель;
- презентация (форматы pptx, pdf или любой другой читаемый формат);
- симуляция.

Система оценивания

Таблица VI.2.1: Критерии этапов

№ задания	Наименование задания	Макс. балл
Этап 1		
1.	Организация структурированной системы папок	2,5
2.	Формирование отчета об организации работы	2,5
3.	Расчет минимальной площади участка	7,5

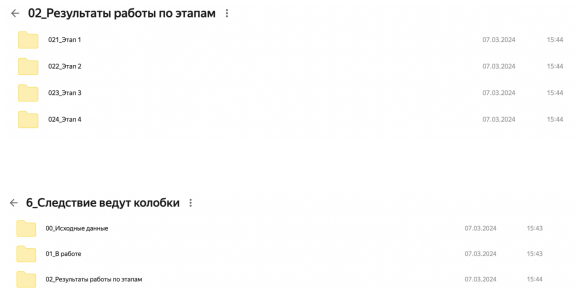
Таблица VI.2.1: Критерии этапов

№ задания	Наименование задания	Макс. балл
4.	Подбор участка	5
Этап 2		
1.	Моделирование генерального плана и создание топоповерхности	7,5
2.	Разработка планировочных решений	7,5
3.	Выгрузка IFC	5
4.	Выгрузка спецификаций и данных	5
Этап 3		
1.	Светотехнический расчет	7,5
2.	Подбор светильников	7,5
3.	Определение количества солнечных панелей	5
4.	Расстановка светильников и солнечных панелей в модели	5
Этап 4		
1.	Разработка симуляции	10
2.	Подготовка отчета и презентации	10
	Презентация проекта	12,5
ИТОГО		100

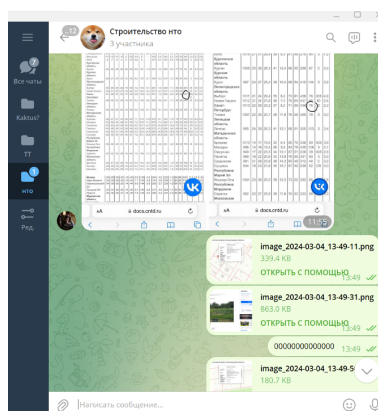
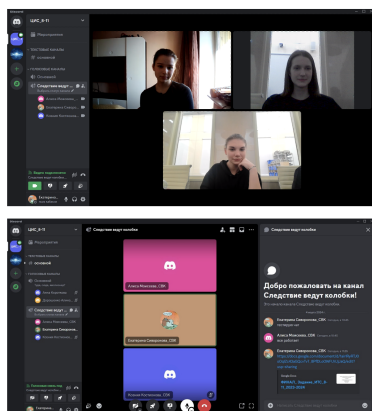
Решение задачи

Этап 1. Сборка исходных данных в информационную модель задания

1. Организация структурированной системы папок:
Примеры решения.



2. Формирование отчета об организации работы.
Для выполнения данного задания необходимо выбрать платформу для организации работы и распределить роли с учетом компетенций каждого и содержания заданий финала.
Пример решения: <https://disk.yandex.ru/i/4Q1QD822fiosPg>.



Работа проектной команды осуществлялась с использованием программного обеспечения Discord, Telegram.

3. Расчет минимальной площади участка.

При подборе минимальной площади участка необходимо учитывать, что: на участке необходимо организовать детскую площадку, нужен гараж на две машины, поэтому площадь территории должна быть не менее 50 м^2 на человека. Пример решения: <https://disk.yandex.ru/i/JCsiiHdLNUc0cw>.

3.1. Расчет минимальной площади, учитывая, что площадь территории должна быть не менее 50 м^2 на человека.

- Количество человек в семье — 5.
- Минимальная площадь, учитывая проживание всех членов семьи $5 \cdot 50 = 250 \text{ м}^2$.

3.2. Расчет площади, учитывая то, чтобы количество осадков, выпадающих за год в Санкт-Петербурге, покрывало расход воды на всю семью.

- Определение количества осадков (в мм, показатель приведен на 1 м^2), выпадающих за год в Санкт-Петербурге, по СП 131.13330.2020: 322 (ноябрь – март) — зимний период, 438 (апрель – октябрь) — летний период.
- Суммирование осадков за летний и зимний периоды — $322 + 438 = 760 \text{ мм} = 760 \text{ л/м}^2$.
- Определение общего среднесуточного расчетного расхода воды (в л) на одного жителя жилого дома с водопроводом, канализацией и ваннами с водонагревателями, работающими на твердом топливе, по СП 30.13330.2016.
- Определение общего среднесуточного расхода воды на семью из пяти человек — $210 \cdot 5 = 1050 \text{ л}$.
- Суммарный расход воды за год семьей — $1050 \cdot 365 = 383250 \text{ л}$.
- Расчет рациональности использования ресурсов — $\frac{383250}{760} = 504,276 \text{ м}^2 = 5,04 \text{ а}$.

3.3. Учитывая расчеты, сделаем вывод, что оптимальной площадью участка для семьи будет чуть более пяти соток (ар).

4. Подбор участка.

Пример решения: https://disk.yandex.ru/i/bWh1TOGUyGE_Ww.

Отчет о подобранном участке

- 1) Выберем участок для строительства с помощью онлайн-сервисов по продаже и покупке недвижимости (Циан), учитывая сделанные расчеты. Мы нашли следующие доступные земельные участки:

1 вариант.

Координаты расположения — 59.446302, 28.746646.

Адрес — Ленинградская область, Кингисеппский район, Опольевское с/пос, Волна СНТ.

Кадастровый номер — 47:20:0823005:7.

Площадь земельного участка — 6 а.

Стоимость за сотку — 30 000 руб./а.

Общая стоимость — 180 000 руб.

Ссылка на поисковый сервис с выбранной территорией — <https://spb.cian.ru/sale/suburban/296643126/>.

Публичная кадастровая карта: Кингисеппский район (Ленинградская область)

Участок, 6 сот.

Ленинградская область, Кингисеппский район, Опольевское с/пос, Волна СНТ [На карте](#)

Абсолютные координаты: 59.446302, 28.746646. Абсолютные координаты: 59.446302, 28.746646.

180 000 Р

Создать, не публикуя цену

Предложить свою цену

Например, 174 000

Цена за сотку 30 000 руб/сот

Позвонить телефону

Написать

Свой телефон ID 111550875

ИЖС, дачный участок

Сделка за 240 000 руб. на участке площадью 6 сот. 31.03.2024

Страна дача под ключ

Индивидуальное строительство. Земельный участок 12 сот. (площадь 12 сот.)

Возможна аренда участка

170 000 000 руб. в год

Посмотреть фотографии

170 000 000 руб. в год

Позвонить на сайт

2 вариант.

Координаты расположения — 59,653790, 29,699815.

Адрес — Ленинградская область, Ломоносовский район, Кипенское с/пос, Витино деревня.

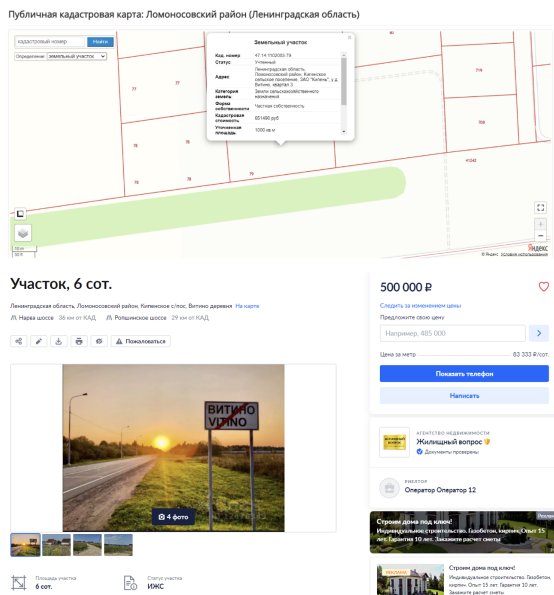
Кадастровый номер — 47:14:1102003:79.

Площадь земельного участка — 6 а.

Стоимость за сотку — 83 333 руб./а.

Общая стоимость — 500 000 руб.

Ссылка на поисковый сервис с выбранной территорией — <https://spb.cian.ru/sale/suburban/291908205/>.



3 вариант.

Координаты расположения — 59,323950, 29,948968.

Адрес — Ленинградская область, Гатчинский район, Рождествено село.

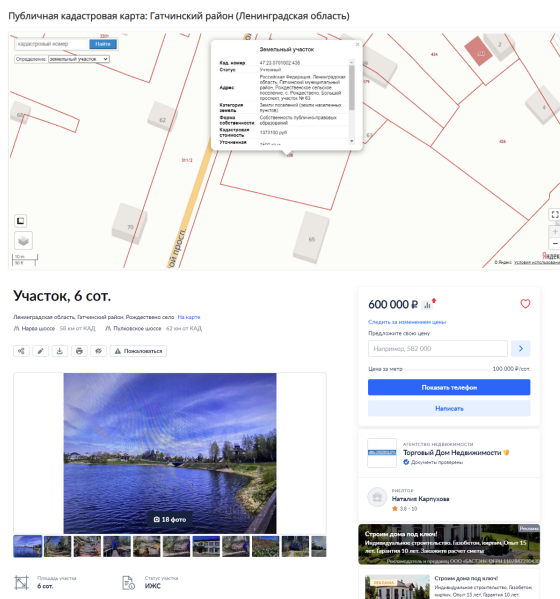
Кадастровый номер — 47:23:0701002:438.

Площадь земельного участка — 6 а.

Стоимость за сотку — 100 000 руб./а.

Общая стоимость — 600 000 руб.

Ссылка на поисковый сервис с выбранной территорией – <https://spb.cian.ru/sale/suburban/288509685/>.



2) Сравнение выбранных участков.

Критерии выбора:

- Стоимость участка.
- Добросовестность собственника: площадь участка, указанная в кадастровой карте, совпадает с площадью участка, указанной в объявлении.

3) Выбор наилучшего предложения.

Проведя сравнение выбранных участков, мы сделали вывод, что наилучшим вариантом является первый. Выбор был сделан по следующим принципам:

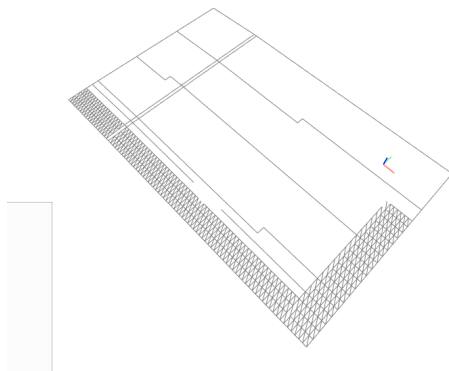
- Самая низкая стоимость по сравнению с другими участками.
- Площадь участка, указанная в кадастровой карте, совпадает с площадью участка, указанной в объявлении.
- Вблизи участка находится лес, где можно устраивать вечерние прогулки с детьми или куда можно ходить за грибами.

Этап 2. Разработка основных проектных решений

1. Моделирование генерального плана и создание топоповерхности.

Пример решения:

- <https://disk.yandex.ru/d/XMt96N8hnKkLfG;>
- <https://disk.yandex.ru/d/u1sVxgoun0LJ9g.>



2. Разработка планировочных решений.

Пример решения: <https://disk.yandex.ru/i/7cQ-LLkU0H76dw>.

Искусственный интеллект предложил следующие варианты решения.



Основываясь на предложенных вариантах и пожеланиях семьи Котяткиных было принято решение разбить необходимые для них комнаты на два этажа.

Первый этаж: кухня, гостиная, санузел, спальня.

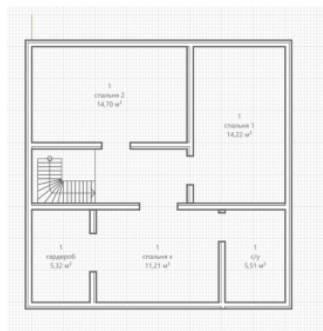
Второй этаж: три спальни, гардеробная, санузел.

Такое распределение комнат позволит четко разграничить пространство как личное, так и общее. Дети, в течение дня играющие на улице, по большей части не будут подниматься в свои комнаты и оставлять там грязь, так как все необходимое есть на первом этаже. Также это плюс и для старшего поколения Котяткиных: первый этаж можно использовать для приема гостей, а второй оставить для личного пользования. Кроме того, простая геометрическая форма поможет упростить процесс строительства, что позволит сэкономить часть средств семьей Котяткиных. Данная составляющая вопроса сыграла решающую роль в выборе планировки для дома.

Выбор планировки.



Планировка 1 этаж

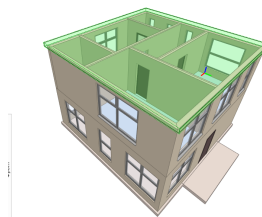
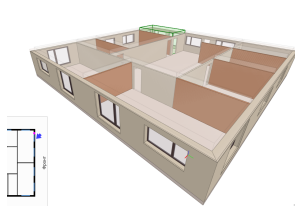


Планировка 2 этаж

3. Выгрузка IFC.

Пример решения: https://disk.yandex.ru/d/_-DkAaZD9Eyx1w.

Решение с программированием: https://disk.yandex.ru/d/7GaktDLjWbv_TA.



4. Выгрузка спецификаций и данных.

Для успешного выполнения задания необходимо создать:

- спецификацию всех стен с указанием объема, толщины и площади поверхности каждого материала;
- спецификацию всех окон с указанием количества и размеров.
- поэтажные планы и ведомости помещений получившегося дома с указанием площади помещений, габаритов помещений и их названий.

Для корректного выполнения задания необходимо заполнить требуемые параметры и сформировать спецификации в ТИМ системе.

Пример решения:

https://disk.yandex.ru/i/2Hy_VIGnif9n3w.

<https://disk.yandex.ru/i/XhN-EsXV8IPOkA>.

<https://disk.yandex.ru/i/iE4m-oDeATCBow>.

Этап 3. Светотехнический и энергетический расчеты. Подбор экономически выгодных решений

1. Светотехнический расчет

Пример решения: <https://disk.yandex.ru/i/qqkYJ-wq3fluDQ>;

2. Подбор светильников.

По рассчитанному значению Лк нужно подобрать количество и тип светильников в каждую из комнат. Для этого необходимо обратиться к поисковому сервису и найти осветительные приборы, руководствуясь следующими критериями: Лм, Вт, стоимость.

Далее составить сводную таблицу по светильникам с указанием типа, марки, производителя, Лм, Вт, стоимости за один светильник, количества, суммарной стоимости.

Пример решения: <https://disk.yandex.ru/i/wA1DC79w11jbig>.

3. Определение количества солнечных панелей.

Важно разработать наиболее экономически выгодный проект, поэтому возможно варьирование типа светильников и количества солнечных панелей в зависимости от наиболее рационального варианта.

Пример решения: <https://disk.yandex.ru/i/JSAXXb2gXlOYdw>.

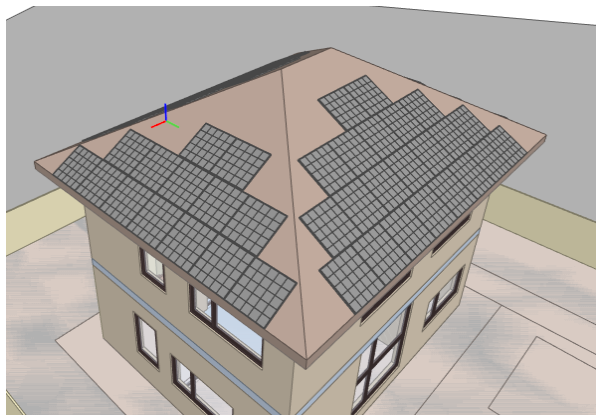
4. Расстановка светильников и солнечных панелей в модели.

Примеры решения:

<https://disk.yandex.ru/d/IAQFfS6CLBLtCQ>;

<https://disk.yandex.ru/i/MmqUcPMEikdaEA>;

https://disk.yandex.ru/i/GyyOAb_rC2GpDA.



Этап 4. Создание симуляции и подготовка итоговой отчетности

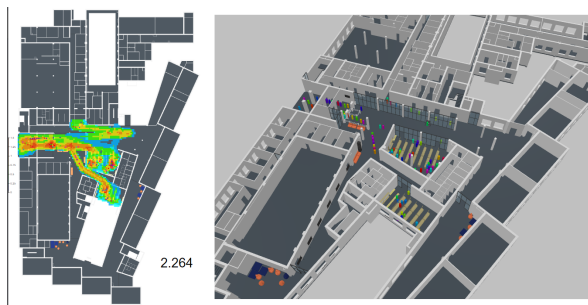
1. Разработка симуляции.

Для выполнения данного задания необходимо:

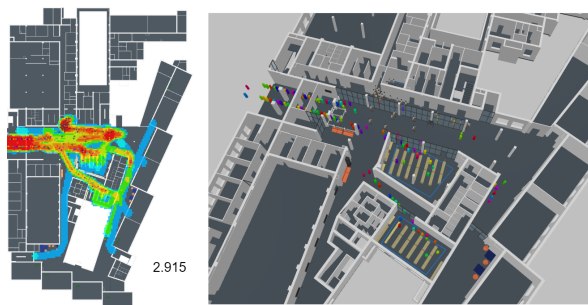
- Создать модель: <https://disk.yandex.ru/d/YKZlrVImH2PMWg>.
- Задать верное количество агентов.
- Организовать вход, разместить объект — *Целевая линия*.
- Настроить проход через турникет, установив и настроив *Сервис с очередями*.
- Задать варианты поведения учеников через распределение потоков — *PedSelectOutput*.
- Организовать посещение гардероба через функционал *PedWait*.
- Распределить учеников по классам и кабинетам, используя объект — *Целевая линия*.
- Завершить путь агента через *PedSink*.
- Протестировать работу приложения.
- Экспортировать в cloud.anylogic.

Пример решения:

<https://cloud.anylogic.com/model/a561768f-77e3-484b-8021-cf090dbf9e84?mode=SETTINGS>.



<https://cloud.anylogic.com/model/3ed64200-0c6a-41c3-88ef-d46f0c4fab11?mode=SETTINGS&tab=GENERAL>.




В итоговом файле оптимизирован проход учителей и учеников через турникеты (шесть штук). Сделано четкое распределение учеников по классам (ровно 25 человек в классе), также на каждый кабинет распределен учитель и добавлены модели для учителей. Выполнены проемы в гардеробах больших размеров, чтобы не создавать заторов.

2. Подготовка отчета и презентации.

Пример решения: <https://disk.yandex.ru/d/8TS1oGW0uzebMw>.

← 024_Этап 4 :

	024_Смещение входу колобихи_Итоговая модель.rtc	07.03.2024	15:44	364 KB
	024_Смещение входу колобихи_Итоговая модель.rtc	07.03.2024	15:44	1.99 MB
	024_Смещение входу колобихи_Итоговый отчет.docx	07.03.2024	15:44	6.06 MB
	024_Смещение входу колобихи_Презентация.docx	07.03.2024	15:44	30.8 MB
	024_Смещение входу колобихи_Симуляция.txt	07.03.2024	15:44	69 байт
	024_Смещение входу колобихи_Презентация_2 вариант.docx	07.03.2024	15:44	32.3 MB

Материалы для подготовки

1. Основы BIM/ТИМ. Ключевые принципы <https://bim.vc/edu/courses/osnovy-bim-tim-klyuchevye-printsipy/>.
2. Renga: <https://rengabim.com/learn/>;
3. Renga.Базовый уровень: https://bim.vc/edu/courses/renga_arch_basic/.
4. ТИМ-ориентированная аналитика. Современные инструменты работы с данными: <https://bim.vc/edu/courses/tim-orientirovannaya-analitika-sovremennye-instrumenty-raboty-s-dannymi/>.
5. Renga: Инструменты автоматизации: API и Dynamo <https://bim.vc/edu/courses/renga-instrumenty-avtomatizatsii-api-i-dynamo/>.
6. BIM-менеджер: администрирование и совместная работа <https://bim.vc/edu/courses/bim-menedzher-administrirovanie-i-sovmestnaya-rabota/>.
7. Autodesk Revit Архитектура: Продвинутый уровень <https://bim.vc/edu/courses/autodesk-revit-arkhitektura-prodvinuty-uroven/>.
8. Autodesk Revit Семейства: Продвинутый уровень <https://bim.vc/edu/courses/autodesk-revit-semeystva-prodvinuty-uroven/>.
9. Автоматизация Revit на языке C#: базовый уровень. <https://bim.vc/edu/courses/avtomatizatsiya-revit-na-yazyke-c-bazovyy-uroven/>.
10. Dynamo: <https://bim.vc/edu/courses/dynamo-prodvinuty-uroven/>.
11. Python: курс для начинающих: <https://stepik.org/course/58852/promo>.
12. Python: основы и применение: <https://stepik.org/course/512/promo>.
13. Информационное моделирование зданий: <https://stepik.org/course/738/promo>.
14. База знаний Revit (<https://knowledge.autodesk.com/ru/support/revit-products?sort=score>) <https://stepik.org/course/4271/promo>.
15. Проектирование зданий BIM <https://open.spbstu.ru/k-course/02prbim/>.
16. Dynamo: <https://bim.vc/edu/courses/dynamo-avtomatizatsiya-armirovaniya/>.

Критерии определения победителей и призеров

Первый отборочный этап

В первом отборочном этапе участники решали задачи предметного тура по двум предметам: физике и информатике и инженерного тура. В каждом предмете максимально можно было набрать 100 баллов, в инженерном туре 100 баллов. Для того, чтобы пройти во второй этап участники должны были набрать в сумме по обоим предметам не менее 50 баллов, независимо от уровня.

Второй отборочный этап

Количество баллов, набранных при решении всех задач второго отборочного этапа, суммируется. Победители второго отборочного этапа должны были набрать не менее 42,05 балла, независимо от уровня.

Заключительный этап

Индивидуальный предметный тур

- физика — максимально возможный балл за все задачи — 100 баллов;
- информатика — максимально возможный балл за все задачи — 100 баллов.

Командный инженерный тур

Команды заключительного этапа получали за командный инженерный тур от 0 до 100 баллов: команда, набравшая наибольшее число баллов среди других команд, становилась командой-победителем.

Все результаты команд нормировались по формуле:

$$\frac{100 \times x}{MAX},$$

где x — число баллов, набранных командой,

MAX — число баллов, максимально возможное за инженерный тур.

В заключительном этапе олимпиады индивидуальные баллы участника складываются из двух частей, каждая из которых имеет собственный вес: баллы за индивидуальное решение задач по предметам (физика, информатика) с весом $K_1 = 0,2$ каждый предмет и баллы за командное решение задач инженерного тура с весом $K_2 = 0,6$.

Итоговый балл определяется по формуле:

$$S = K_1 \cdot (S_1 + S_2) + K_2 \cdot S_3,$$

где S_1 — балл первой части заключительного этапа по физике (предметный тур) в стобалльной системе ($S_{1 \text{ макс}} = 100$);

S_2 — балл первой части заключительного этапа по информатике (предметный тур) в стобалльной системе ($S_{2 \text{ макс}} = 100$);

S_3 — итоговый балл инженерного командного тура в стобалльной системе ($S_{3 \text{ макс}} = 100$).

Итого максимально возможный индивидуальный балл участника заключительного этапа = 100 баллов.

Критерий определения победителей и призеров

Чтобы определить победителей и призеров (независимо от класса) на основе индивидуальных результатов участников, был сформирован общий рейтинг всех участников заключительного этапа. С начала рейтинга были выбраны 2 победителя и 5 призеров (первые 25% участников рейтинга становятся победителями или призерами, из них первые 8% становятся победителями, оставшиеся — призерами).

Критерий определения победителей и призеров (независимо от уровня)

Категория	Количество баллов
Победители	62,74 и выше
Призеры	От 57,77 до 62,66

Работа наставника после НТО

Участие школьника в Олимпиаде может завершиться после любого из этапов: первого или второго отборочных либо после заключительного этапа. В каждом случае после завершения участия наставнику необходимо провести с учениками рефлексию — обсудить полученный опыт и проанализировать, что позволило достичь успеха, а что привело к неудаче.

Важная задача наставника — превратить неудачу в инструмент будущего успеха. Для этого необходимо вместе с учениками наметить план развития компетенций и подготовки к будущему сезону Олимпиады. Подробные материалы о проведении рефлексии представлены в курсе «Наставник НТО»: <https://academy.sk.ru/events/310>.



Наставнику важно проинформировать руководство образовательного учреждения, если его учащиеся стали финалистами, призерами и победителями. Публичное признание высоких результатов дополнительно повышает мотивацию.

В процессе рефлексии с учениками, не ставшими призерами или победителями, рекомендуется уделить особое внимание особенностям командной работы: распределению ролей, планированию работы, возникающим проблемам. Для этого могут использоваться опросники для самооценки собственной работы и взаимной оценки участниками других членов команды (P2P). Такие опросники могут выявить внутренние проблемы команды, для решения которых в план подготовки можно добавить мероприятия, направленные на ее сплочение.

Стоит рассказать, что в истории НТО было много примеров, когда не победив в первый раз, на следующий год участники показывали впечатляющие результаты, одержав победу сразу в нескольких профилях. Конечно, важно отметить, что так происходит только при учете прошлых ошибок и подготовке к Олимпиаде в течение года.

Еще одним направлением работы наставника после НТО может стать создание кружка по направлению профилей или по формированию необходимых компетенций: программирование, электроника, робототехника, 3D-моделирование и т. п. Формат подобного кружка может быть различным: короткие модули, дополнительные курсы, факультативы, группы дополнительного образования. Для создания кружков можно воспользоваться образовательными программами, опубликованными на сайте НТО: <https://ntcontest.ru/mentors/education-programs/>.



Важным фактором успешного участия в следующих сезонах НТО может стать поддержка родителей учеников. Знакомство с родителями помогает наставнику продемонстрировать им важность компетенций, развиваемых в процессе участия в НТО, для будущего образования и карьеры школьников. Поддержка родителей помогает мотивировать участников и позволяет выделить необходимое время на занятия в кружке.

С участниками-выпускниками наставнику рекомендуется обсудить их дальнейшее профессиональное развитие и его связь с выбранными профилями НТО. Отдельно можно обратить внимание на льготы для победителей и призеров, предлагаемые в вузах с интересующими ученика направлениями. Кроме того, ряд вузов предлагает льготы для всех финалистов НТО, а также учитывает результаты Конкурса цифровых портфолио «Талант НТО».