Дата:19.10.2021 г.

Преподаватель: Тюлин С.О.

Группа: 1СТМ

Дисциплина: ОП.02 Техническая механика

Пара: 3-я

Тема 1.3. Пространственная система сил: практическое занятие «Решение задач на определение момента силы относительно оси пространственной системы произвольно расположенных сил»

Цель занятия образовательная: научить студентов выполнять решение задач на определение момента силы относительно оси пространственной системы произвольно расположенных сил

Цель занятия воспитательная: вызвать интерес у студентов к использованию на практике полученных знаний и умений; развивать у них интерес к выбранной специальности, дисциплинированность, ответственность за выполняемую работу

Цель занятия развивающая: развитие аналитического и логического мышления студентов

В начале занятия ещё раз рассмотрим пространственную систему сходящих сил

Пространственная сходящаяся система сил

*Вектор в пространстве*

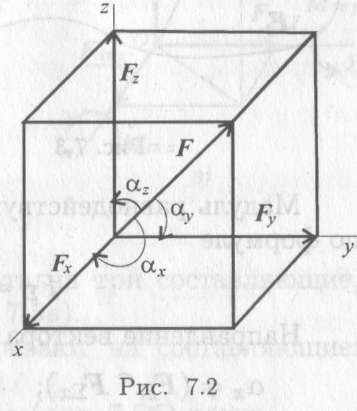
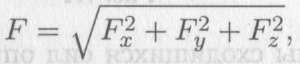
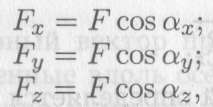
В пространстве вектор силы проецируется на три взаимно перпендикулярные оси координат. Проекции вектора образуют ребра прямоугольного параллелепипеда, вектор силы совпадает с диагональю (рис.1).

Рисунок 1 – Проецирование вектора силы на три взаимно перпендикулярные оси координат

Модуль вектора может быть получен из зависимости



Где



αх, αу, αz — углы между вектором ***F*** и осями координат.

*Пространственная сходящаяся система сил — система сил, не лежащих в одной плоскости, линии действия которых пересекают­ся в одной точке.*

Равнодействующую пространственной системы сил можно опре­делить, построив пространственный многоугольник (рис. 2),



Доказано, что равнодействующая системы сходящихся сил при­ложена в точке пересечения линий действия сил системы.

Модуль равнодействующей пространственной системы сходя­щихся сил можно определить аналитически, использовав метод про­екций.

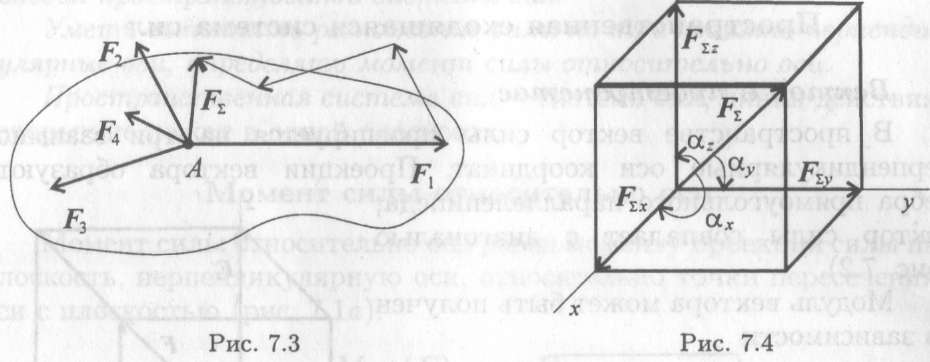
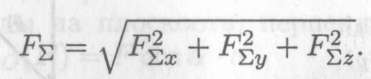


Рисунок 2 Рисунок 3

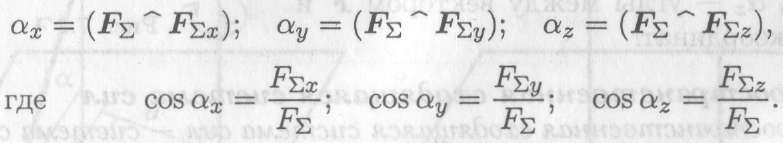
Совмещаем начало координат с точкой пересечения линий дей­ствия сил системы. Проецируем все силы на оси координат и сум­мируем соответствующие проекции (рис. 3). Получим проекции равнодействующей на оси координат:



Модуль равнодействующей системы сходящихся сил определим по формуле



Направление вектора равнодействующей определяется углами



Пример решения задачи

На тело в форме куба с ребром *а* = 10 см действуют три силы (рис. 4). Определить моменты сил относительно осей координат, совпадающих с ребрами куба.

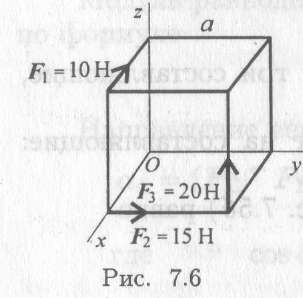
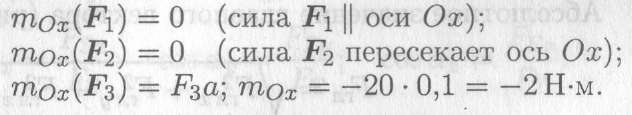


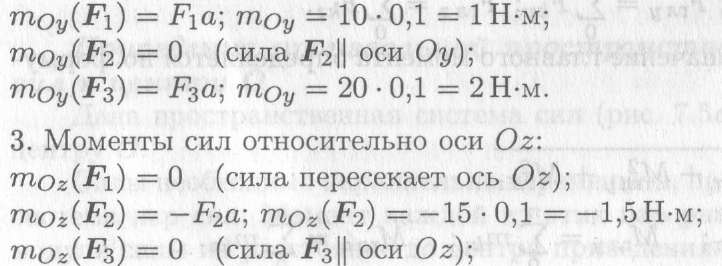
Рисунок 4 – Геометрическое задание для решения задачи

***Решение***

1. Моменты сил относительно оси *Ох:*



1. Моменты сил относительно оси *Оу.*



А теперь выполним решение подобной задачи на занятии.

Задание для решения задач по определению моментов сил относительно осей координат

Для решения задачи в качестве примера берём рис.4, но при её выполнении на рисунке (он будет иметь № 1) необходимо выполнить некоторые изменения, согласно нижеуказанных значений вариантов. Поэтому при зарисовке рисунка каждый вариант записывает свои значения. Номера вариантов указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Список учебной группы 1СТМ и номера вариантов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Фамилия, имя, отчество студента | № варианта |
|  | Асташенко Данил Олегович | 1 |
|  | Безухов Дмитрий Эдуардович | 2 |
|  | Бобрусов Владислав Альбертович | 1 |
|  | Боев Максим Дмитриевич | 2 |
|  | Бородинский Граф Артурович | 1 |
|  | Даллакян Артур Араратович | 2 |
|  | Дьяков Сергей Константинович | 1 |
|  | Карлин Илья Евгеньевич | 2 |
|  | Кромин Данил Станиславович | 1 |
|  | Макаров Камиль Юнусович | 2 |
|  | Овдиенко Александр Витальевич | 1 |
|  | Решетько Сергей Васильевич | 2 |
|  | Тебякин Павел Александрович | 1 |
|  | Примак Иван Григорьевич | 2 |
|  | Шкатулов Даниил Игоревич | 1 |

Вариант № 1:

1. ребро *а* =15 см;
2. значения сил: F1= 20Н; F2 = 25Н; F3 =30Н

Вариант № 2:

1. ребро *а* =25 см;
2. значения сил: F1= 30Н; F2 = 35Н; F3 =40Н

В конце занятия работу, выполненную в конспекте подписать, указав дату, фамилию, имя, переснять и выслать мне на почту: [sergtyulin@mail.ru](https://e.mail.ru/addressbook/view/u-p2RucLdR)

**Внимание!**

На следующем занятии, которое будет по расписанию или по замене будет контрольная работа по решению задач. Необходимо подготовить двойной тетрадный лист в клетку для её написания, а оформление контрольной работы я объясню в начале занятия.

Поэтому ещё раз решим подобные задачи. В начале я опять показываю пример выполнения задачи, а затем задания для вариантов.

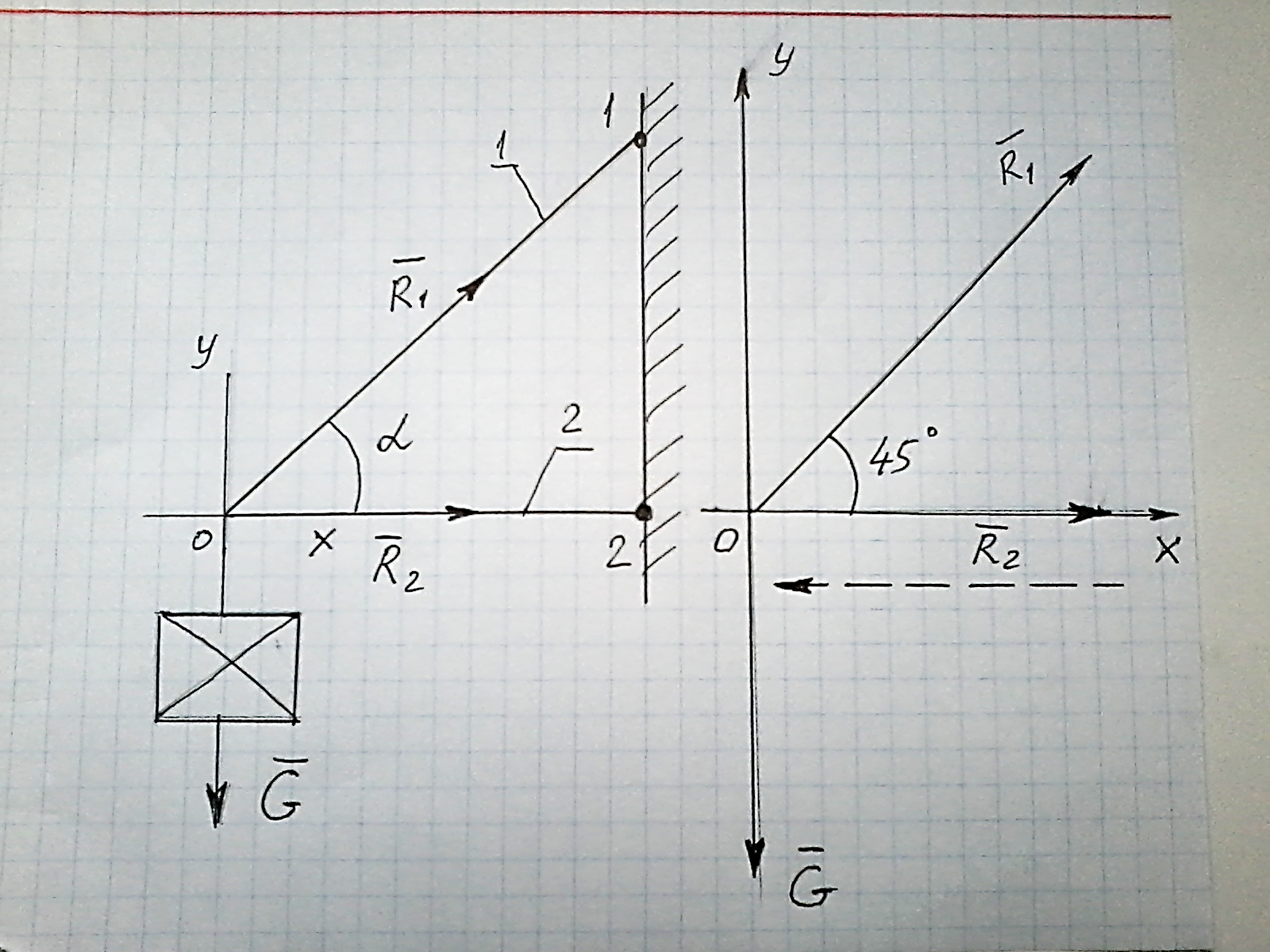
Задача № 1 на определение сил реакций в стержнях

Определить усилия в стержнях кронштейна, который удерживает груз весом 20 Н по следующей схеме:

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  G = 20 Н, α= 450  Найти:  R1 - ? R2 - ? | C:\Users\User\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Word\20210929_092724.jpg |

Решение:

1. Выполняем расчётную схему задачи:



1. Составляем уравнения равновесия для заданной плоской системы сходящихся сил (ПССС):
2. Σ F iх = 0

R1 ·cos 450 + R2 = 0

1. Σ F iy = 0

- G + R1 · cos 450= 0

Из 2 -го уравнения

R1 = G / cos 450 = 20/0, 7 = 28, 57 ≈ 28, 6 Н

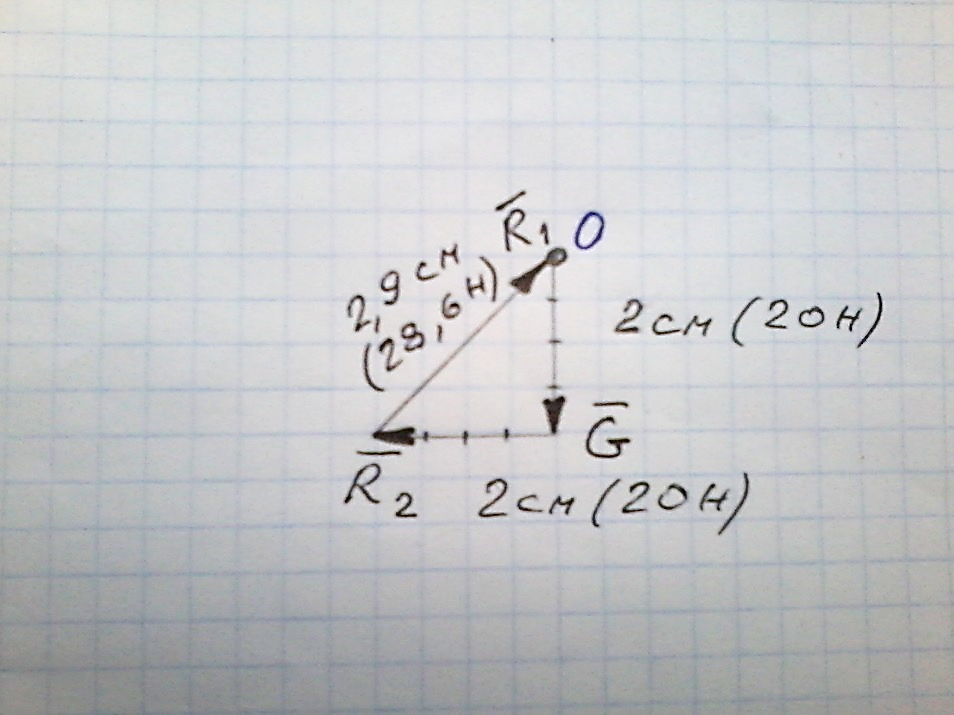
Из 1-го уравнения

R2 = - R1 ·cos 450 = - 28, 6 · 0, 7 = - 20, 02 ≈ - 20 Н

При выполнении расчёта силы R2 её значение получилось отрицательным. Знак «-» указывает на обратное направление силы реакции (поэтому на расчётной схеме показываем её направление пунктирной линией).

Проверка: в выбранном масштабе строим (тетрадь в клетку) силовой многоугольник М = 10 Н/см.

То есть из точки «О» проводим вниз отрезок, равный 2 см, так ка сила тяжести у нас равна 20 Н. Сила реакции R2 у нас направлена влево, так ка к её результат отрицательный и её размер в масштабе составляет 2 см (по расчёту 20 Н). Из её окончания проводим под углом 450 отрезок силы R1. Её длина составляет около 2,9 см (то есть по масштабу её значение 28,6 Н).



Вывод: треугольник сил оказался замкнутым, следовательно, силы реакции определены верно, система находится в равновесии.

Примечание: При решении задач подобного типа могут приниматься различные значения углов. Их численные значения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Численные значения углов sin и cos

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Угол в градусах | Значение sin | Значение cos |
| 0 | 0,0 | 1,0 |
| 30 | 0,5 | 0,9 |
| 45 | 0,7 | 0,7 |
| 60 | 0,9 | 0,5 |
| 90 | 1,0 | 0,0 |

Домашнее задание: решить последовательно задачу (по вышеуказанному примеру с зарисовкой схем и текстовыми пояснениями) по определению усилия в стержнях кронштейна, который удерживает груз, используя следующие данные.

**Вариант № 1:** G = 45 Н, α= 600

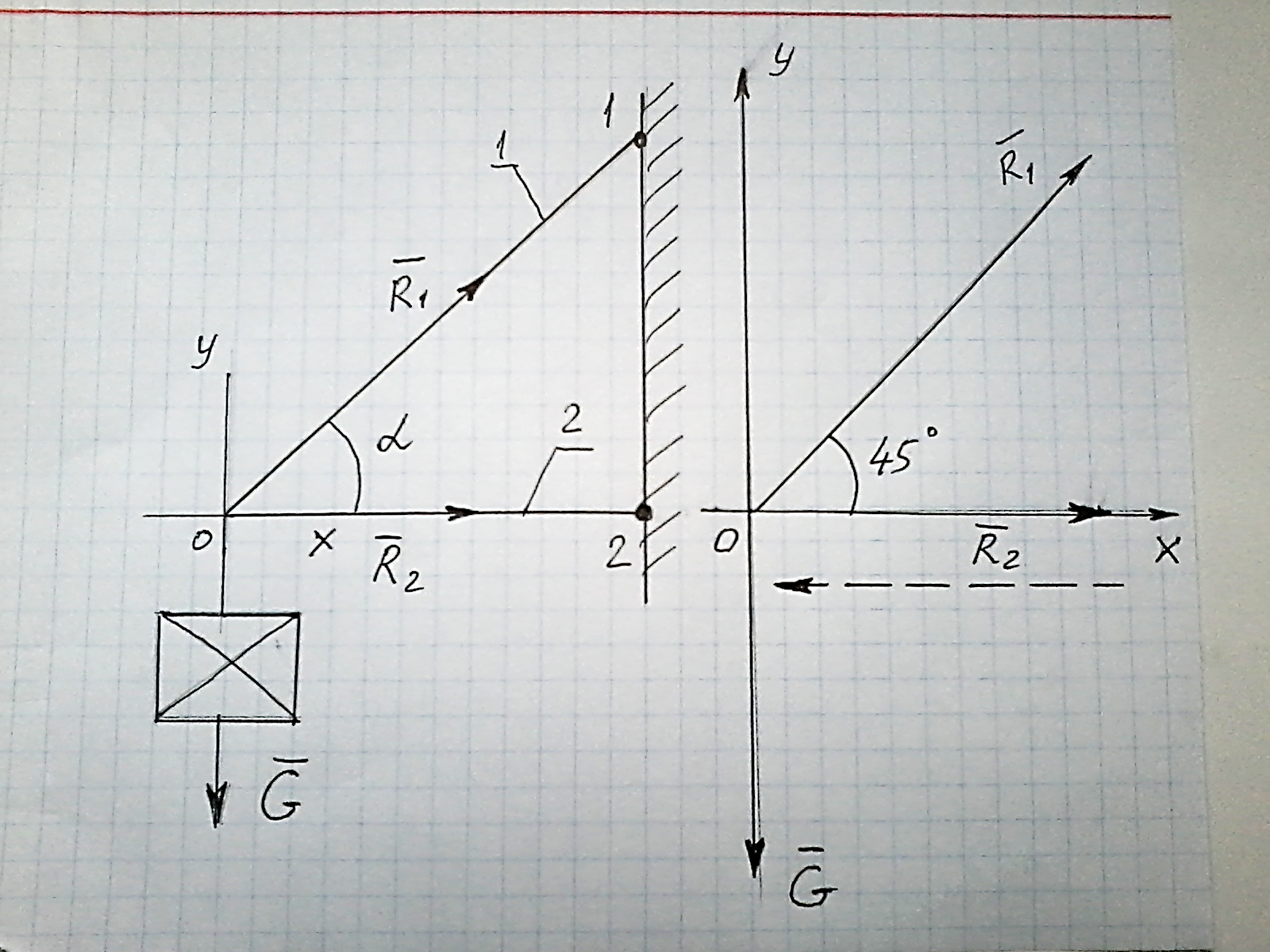
**Вариант № 2:** G = 35 Н, α= 300

Варианты заданий выбираются по таблице 1.

Пояснение к решению задачи на определение сил реакций в стержнях

Большинство студентов ошибается как раз на этапе составления уравнений равновесия для заданной плоской системы сходящихся сил (ПССС):

В моём примере, который мы рассматриваем на занятиях угол α= 450 (показан на расчётной схеме и ниже в пункте 2), поэтому при определении проекций сил на ось ОХ мы силу реакции R1 умножаем на cos 450 (формула № 1). Как видно из расчётной схемы угол, образованный осями ОУ и ОХ равен 900. При определении проекций сил на ось ОУ силу реакции R1 также умножаем на cos 450. Для решения задач подобного типа могут приниматься различные значения угла α, то есть кроме 450 угол может составить 300, 600 или иметь другие значения. Поэтому при определении проекций сил на ось ОУ значение угла между силой реакции R1 и осью ОУ можно определить простым математическим действием – то есть от 900  вычесть значения угла между силой реакции R1 и осью ОХ. И теперь вы будете знать на «cos» какого угла необходимо умножать силу реакции R1 (формула № 2).



1. Составляем уравнения равновесия для заданной плоской системы сходящихся сил (ПССС):
2. Σ F iх = 0

R1 ·cos 450 + R2 = 0

1. Σ F iy = 0

- G + R1 · cos 450= 0

Задача № 2 на определение опорных реакций в балке

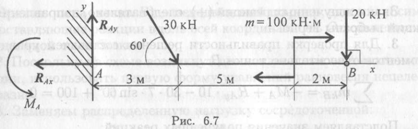
Одноопорная (защемленная) балка нагружена со­средоточенными силами и парой сил (рис. 1). Определить реакции заделки.

Рисунок 1 – Одноопорная (защемленная) балка

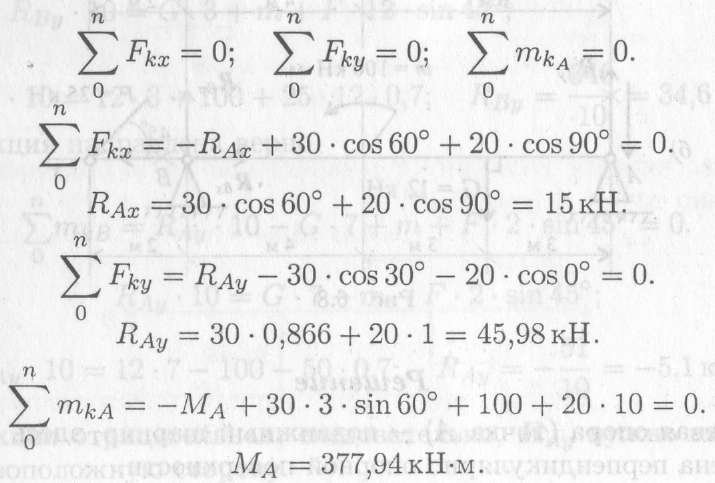
***Решение***

1. В заделке может возникнуть реакция, представляемая двум: составляющими *(****R****Ay*,***R****Ax*), и реактивный момент МA. Наносим на схему балки возможные направления реакций.

***Замечание.*** Если направления выбраны неверно, при расчетах получим отрицательные значения реакций. В этом случае реакции на схеме следует направить в противоположную сторону, не повторяя расчета.

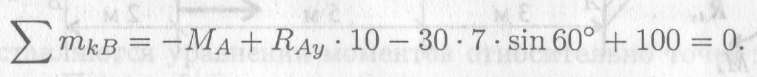
В силу малой высоты считают, что все точки балки находятся на одной прямой; все три неизвестные реакции приложены в одной точке. Для решения удобно использовать систему уравнений равновесия в первой форме. Каждое уравнение будет содержать одну неизвестную.

1. Используем систему уравнений:

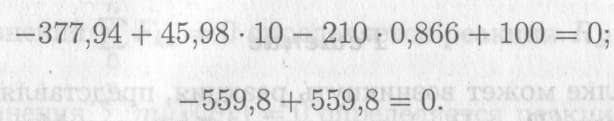


Знаки полученных реакций (+), следовательно, направления ре­акций выбраны верно.

3. Для проверки правильности решения составляем уравнение моментов относительно точки В.



Подставляем значения полученных реакций:



Решение выполнено верно.

Домашнее задание

Задача № 2 (вариант № \_\_)

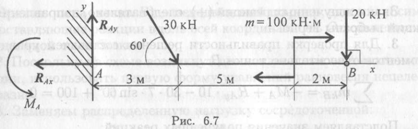
Одноопорная (защемленная) балка нагружена со­средоточенными силами и парой сил (рис. 1). Определить реакции заделки.

Рисунок 1 – Одноопорная (защемленная) балка

Для решения задачи в качестве примера берём рис.1, но при её выполнении на рисунке необходимо выполнить некоторые изменения, согласно нижеуказанных значений вариантов. Поэтому при зарисовке рисунка каждый вариант записывает свои значения. Номера вариантов указаны в таблице 1.

Вариант № 1:

1. расстояние от точки А до точки действия наклонной силы 2 м, значение этой силы 25 кН, угол наклона 300;
2. расстояние от точки действия наклонной силы до пары сил со значением 80 кНм – 4 м;
3. расстояние от точки действия пары сил до точки В – 1,5 м;
4. значение вертикальной силы, приложенной в точке В 15 кН.

Вариант № 2:

1. расстояние от точки А до точки действия наклонной силы 2,5 м, значение этой силы 35 кН, угол наклона 450;
2. расстояние от точки действия наклонной силы до пары сил со значением 120 кНм – 3 м;
3. расстояние от точки действия пары сил до точки В – 2,5 м;
4. значение вертикальной силы, приложенной в точке В 10 кН.

После этого выполняем решение задачи по вышеуказанному примеру.

После выполнения задания (каждой задачи) в конспекте его необходимо подписать, указав дату, фамилию и инициалы, переснять и отправить мне на почту [sergtyulin@mail.ru](https://e.mail.ru/addressbook/view/u-p2RucLdR) в срок – 20.10.21 до 18.00.