

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Красноярский государственный педагогический университет
им. В.П.Астафьева»

Институт математики, физики и информатики
(наименование института/факультета)
Кафедра-разработчик физики, технологии и методики обучения
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры
Протокол № 10 от «07»мая 2025
Латынцев Сергей Васильевич

ОДОБРЕНО

На заседании научно-методического
совета специальности (направления
подготовки)
Протокол № 8 от 14 мая 2025

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации обучающихся

по физическому эксперименту в образовании

Для профилей по направлениям подготовки: 44.04.01 Педагогическое образование,
направленность (профиль) образовательной программы Физическое и технологическое
образование в новой образовательной практике

Квалификация: магистр

Составитель: Богомаз Ирина Владимировна, профессор
(ФИО, должность)

Задание 1

1. Сформулировать теорему о сохранении центра масс.
2. Записать определение элементарной работы и ее связь с полной работой.
3. Записать выражение, определяющее работу сил, если тело движется поступательно.
4. Записать выражение, определяющее работу сил, если тело вращается относительно неподвижной точки.
4. Записать определение кинетической энергии для механической системы.
5. Записать выражение, определяющее кинетическую энергию, если тело движется поступательно.
6. Записать выражение, определяющее кинетическую энергию, если тело вращается относительно неподвижной точки.
7. Записать выражение, определяющее кинетическую энергию, если тело совершает плоско-параллельное движение.
8. Сформулировать теорема об изменении кинетической энергии механической системы
9. Решить задачу.

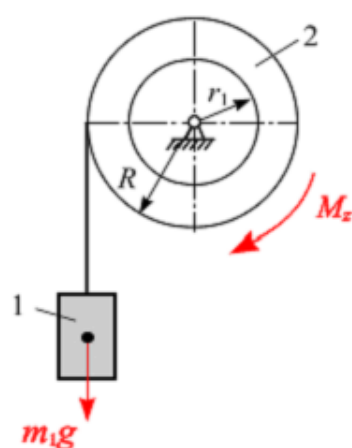
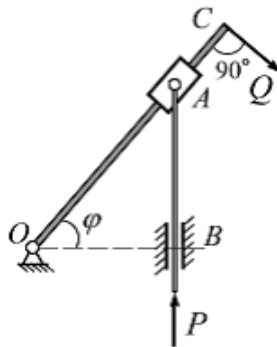


Рис. 1

Задача. Механическая система (рис. 1) приводится в движение вращающим моментом $M_{вр} = 2,4 \text{ кН} \cdot \text{м}$. Система состоит из составного диска 2 ($m_2 g = 40 \text{ Н}$, $R_2 = 0,4 \text{ м}$, $r_2 = 0,2 \text{ м}$, радиус инерции относительно оси вращения $i_2 = 0,3 \text{ м}$), обмотанного нерастяжимыми нитями, на конце которой прикреплен груз 1 ($m_1 g = 60 \text{ Н}$).

1. Груз 1 поднялся на $h = 6 \text{ м}$. Вычислить скорость груза при подъеме груза на заданную высоту.
2. Вычислить ускорение, с которым поднимается тело 1.

Задание 2



Пример 1. В кулисном механизме при качении рычага OC вокруг горизонтальной оси O ползун A , перемещаясь вдоль рычага OC , приводит в движение стержень AB , движущийся в вертикальных направляющих K . Даны размеры: $OC = R$, $OB = \ell$. Какую силу Q надо приложить перпендикулярно кривошину OC в точке C для того, чтобы уравновесить силу P , направленную вдоль стержня AB вверх.

Решение.

Повернем рычаг OC на $d\varphi$. Запишем принцип возможных перемещений

$$Q \cdot dS_C - P \cdot dS_B = 0. \quad (a)$$

Здесь

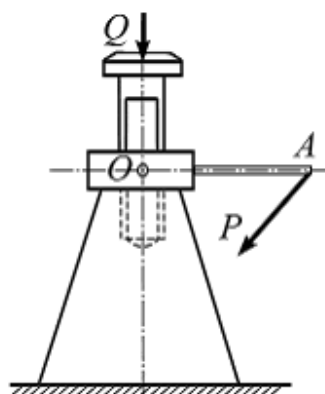
$$\delta\varphi = \frac{dS_C}{R} = \frac{dS_A}{OA} \Rightarrow \begin{cases} dS_C = R \cdot \delta\varphi, \\ dS_A = OA \cdot \delta\varphi = \frac{\ell}{\cos\varphi} \cdot \delta\varphi. \end{cases}$$

Свяжем перемещение dS_B с перемещением dS_A . Имеем

$$dS_B = \frac{dS_A}{\cos\varphi} = \frac{\ell}{\cos^2\varphi} \cdot \delta\varphi \quad (б)$$

Подставим (б) в (а), получим

$$\left(Q \cdot R - P \cdot \frac{\ell}{\cos^2\varphi} \right) \cdot \delta\varphi = 0 \Rightarrow Q = \frac{P\ell}{R \cdot \cos^2\varphi}.$$



Пример 2. Груз Q поднимается с помощью домкрата, который приводится в движение рукояткой $OA = 0,6$ м. К концу рукоятки перпендикулярно ей, приложена сила $P = 160$ Н. Определить величину силы тяжести Q , если шаг винта домкрата $h = 12$ мм.

Решение. Предположим, что система находится в равновесии. Придадим рукоятке OA возможное перемещение $\delta\varphi$ по направлению силы P . Тогда сила Q получит перемещение вверх на dS .

Запишем принцип возможных перемещений

$$P \cdot OA \cdot d\varphi - Q \cdot dS = 0.$$

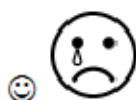
Перемещения δS и $\delta\varphi$ связаны так

$$\delta S = \frac{h \cdot d\varphi}{2\pi}.$$

Получим:

$$\left(P \cdot OA - Q \cdot \frac{h}{2\pi} \right) \cdot d\varphi = 0 \Rightarrow$$

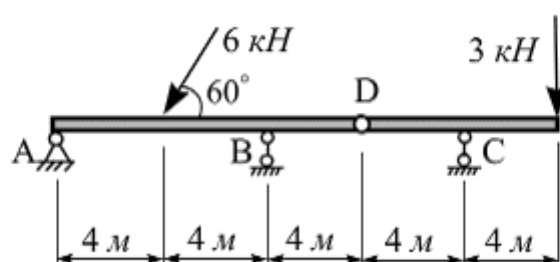
$$\Rightarrow Q = \frac{2\pi \cdot OA}{h} P = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,6}{12 \cdot 10^{-3}} P \approx 314 \cdot 160 = 50,24 \text{ кН}.$$

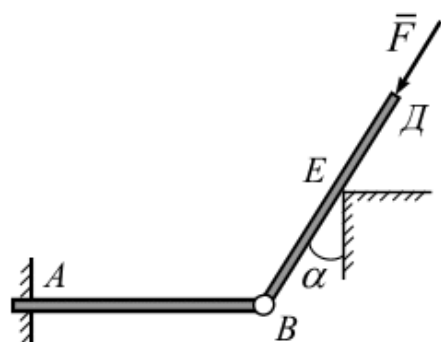


Задачи для самостоятельного решения

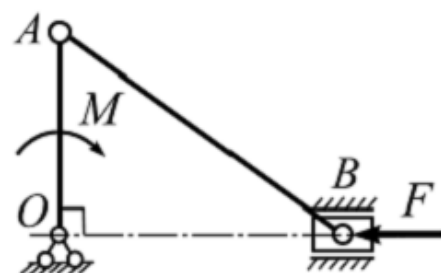
(принцип возможных перемещений)

1. Составная балка AC , лежащая на трех опорах, состоит из двух балок, шарнирно соединенных в точке D . На балку действуют силы, указанные на рисунке. Рассчитать реакции опор A и C .

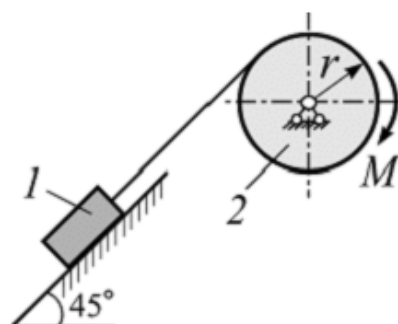




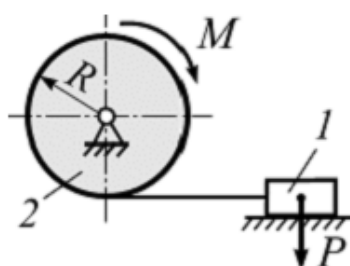
2. Балки AB и BD соединены цилиндрическим шарниром B . Балка BD опирается на гладкий выступ E , образуя с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Вдоль балки BD действует сила $F = 10 \text{ кН}$. Вычислить горизонтальную составляющую реакции в жёстком защемленном сечении A , пренебрегая массой балок.



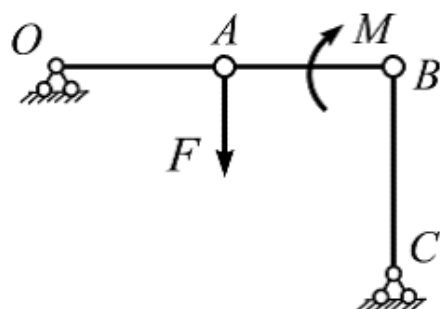
3. Вычислить модуль силы F , которую необходимо приложить к ползуну B для того, чтобы механизм находился в равновесии, если величина момента пары сил $M = 200 \text{ Н}\cdot\text{м}$, длина кривошипа $OA = 50 \text{ см}$.



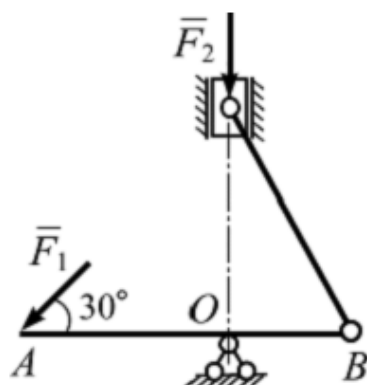
4. Барабан $r = 30 \text{ см}$ под действием пары сил с моментом $M = 20 \text{ Н}\cdot\text{м}$ приводит в движение груз 1. Вычислить вес груза G_1 , необходимый для его равномерного подъема по наклонной плоскости.



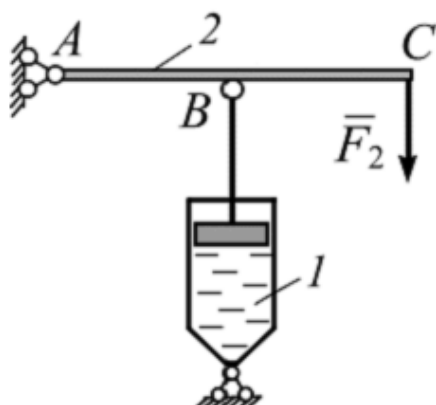
5. Вычислить момент пары сил M при равномерном перемещении груза весом $P = 4 \text{ кН}$, если коэффициент трения скольжения $f = 0,2$. Радиус барабана 2 равен $R = 10 \text{ см}$.



6. Вычислить модуль уравновешивающей силы $\bar{F}$, приложенной к кривошипу OA в точке A шарнирного четырёхзвенника $OABC$, если $AB = 0,4 \text{ м}$, $M = 40 \text{ Н}\cdot\text{м}$.



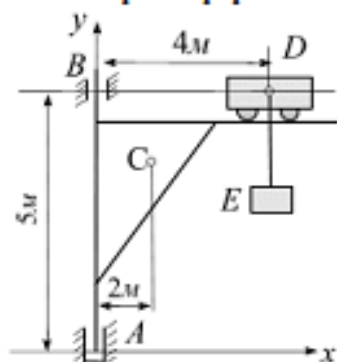
7. Вычислить модуль силы $\bar{F}_1$, которую необходимо приложить к кривошину AB для того, чтобы механизм находился в равновесии, если $|\bar{F}_2| = 100 \text{ Н}$, $OA = 2OB$.



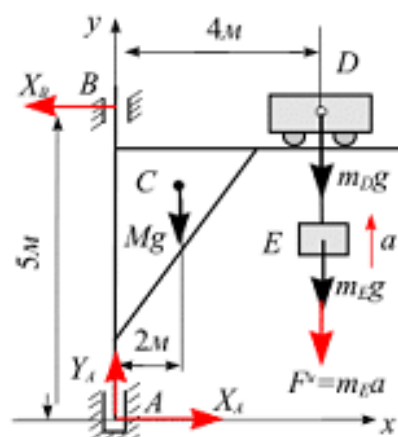
8. На стержень 2 механизма действует вертикальная сила $F_2 = 6 \text{ кН}$, $AB = BC$. Вычислить силу давления масла на поршень в положении равновесия.

Задачи для самостоятельного решения

Пример решения.



Задача Вычислить опорные реакции подпятника A и подшипника B поворотного крана при поднимании груза E массой 3 т с ускорением $1/3 g$. Масса крана равна 2 т , а его центр масс находится в точке C . Масса тележки D равна $1/2 \cdot \text{т}$. Кран и тележка неподвижны. Размеры указаны на рисунке.



Решение. При подъеме груза E возникает сила инерции $F^u = m_E a$, которая направлена против ускорения a . Так как силы Mg и F^u лежат в плоскости Oxy , то реакции подшипников лежат в этой же плоскости, т.е. имеют составляющие X_A, Y_A в точке A и X_B в точке B .

Составим уравнения равновесия:

$$\begin{cases} \sum F_y = 0, \\ \sum F_x = 0, \\ \sum M_A = 0; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Y_A - Mg - (m_E + m_D)g - F^u = 0, \\ X_A - X_B = 0, \\ X_B \cdot 5 - Mg \cdot 2 - (m_E + m_D)g \cdot 4 - F^u \cdot 4 = 0; \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} Y_A = Mg + (m_E + m_D)g + m_E a; \\ X_A = X_B, \\ X_B = \frac{1}{5}(Mg \cdot 2 + (m_E + m_D)g \cdot 4 + m_E a \cdot 4) = 0; \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} Y_A = 2mg + \left(3m + \frac{1}{2}m\right)g + 3m \cdot \frac{1}{3}g = \frac{11}{2}mg, \\ X_A = X_B, \\ X_B = \frac{g}{5} \left(2m \cdot 2 + \left(3m + \frac{1}{2}m\right) \cdot 4 + 3m \cdot \frac{1}{3} \cdot 4\right) = \frac{22}{5}mg. \end{cases}$$

Проверка:

$$\begin{aligned} \sum M_B = 0, X_A \cdot 5 - Mg \cdot 2 - (m_E + m_D) \cdot 4 - m_E a \cdot 4 = \\ = mg \left(\frac{22}{5} \cdot 5 - 2 \cdot 2 - \frac{7}{2} \cdot 4 - 4 \right) = 0. \end{aligned}$$

Задача 1. Две балки AC и CD соединены шарниром C (рис. 9.2). Вычислить реакции опор в жесткой заделке A , и реакцию D . Дано: силы $P = 80 \text{ Н}$ и $Q = 120 \text{ Н}$, заданы размеры $AE = 4 \text{ м}$, $EC = 3 \text{ м}$, $CH = HD = 2 \text{ м}$.

Решение. Для вычисления реакции опор A , B и D , отбросим связи и заменим их действие реакциями связи: V_A , H_A , V_D , V_B (рис. 9.1, б).

Запишем уравнения равновесия и решим их:

$$\sum M_C^{npav.} = 0, V_D \cdot 4 - Q \cdot 2 = 0 \Rightarrow V_D = \frac{1}{2} \cdot Q = \frac{1}{2} \cdot 120 = 60 \text{ Н};$$

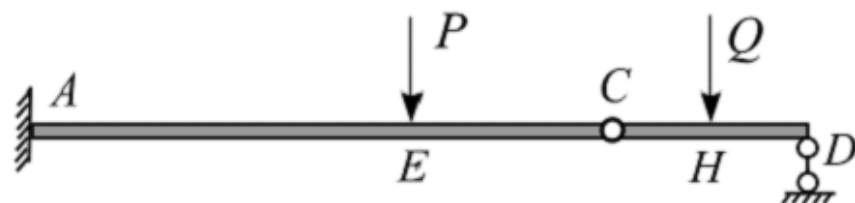
$$\sum F_{iy} = 0, V_A - P - Q + V_D = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_A = P + Q - V_D = 80 + 120 - 60 = 140 \text{ Н}.$$

$$\sum M_A(F_i) = 0, M^R - P \cdot 4 - Q \cdot 9 + V_D \cdot 11 = 0,$$

$$M^R = P \cdot 4 + Q \cdot 9 - V_D \cdot 11 = 80 \cdot 4 + 120 \cdot 9 - 60 \cdot 11 = 320 + 1080 - 660 = 740 \text{ Н};$$

а



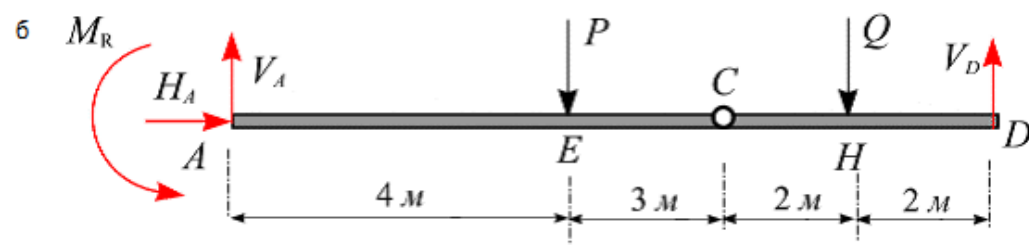


Рис. 9.1

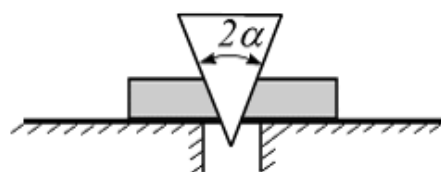
Направление реакции V_A на схеме (рис.9.1, б) следует поменять.

Проверка:

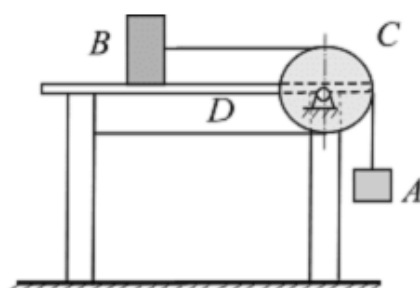
$$\sum M_C^{\text{лев.}} = 0, M_R - V_A \cdot 7 + P \cdot 3 = 740 - 140 \cdot 7 + 80 \cdot 3 = 740 - 980 + 240 = 0$$

$$-P \cdot 4 - Q \cdot 11$$

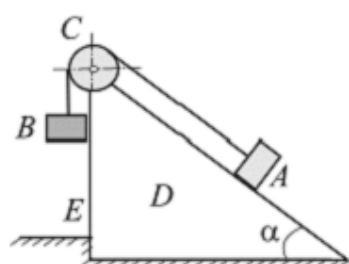
Решить задачи



2. Гладкий клин массой m и с углом 2α при вершине раздвигает тело массой $2M$ на два тела, каждая массой M . Вычислить силу давления клина на каждую массу.



3. Груз A массой M_1 , опускаясь вниз, приводит в движение посредством нерастяжимой нити, переброшенной через неподвижный блок C , груз B массой M_2 . Вычислить силу давления стола D на пол, если масса стола равна M_3 . Массой нити пренебречь.



4. Груз A массой M_1 , опускаясь вниз по наклонной плоскости D , образующей угол α с горизонтом, приводит в движение посредством нерастяжимой нити, переброшенной через неподвижный блок C , груз B массой M_2 .

Вычислить горизонтальную составляющую давления наклонной плоскости D на выступ пола E . Массой нити пренебречь.