

**М.С. Цедрик, Ф.Г. Китунович, А.С. Микулич, А.М.
Качинский**

**Пособие по физике для поступающих в
ВУЗы**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
М11

М11 **М.С. Цедрик**
Пособие по физике для поступающих в ВУЗы / М.С. Цедрик, Ф.Г. Китунович, А.С. Микулич, А.М. Качинский – М.: Книга по Требованию, 2023. – 280 с.

ISBN 978-5-458-42742-5

Пособие ставит своей целью помочь абитуриентам подготовиться к сдаче экзаменов по физике в вуз. Опыт приема вступительных экзаменов показал, что основной трудностью для абитуриентов является решение задач. Поэтому в пособии особое внимание уделяется задачам. Краткое содержание: Механика; Теплота и молекулярная физика; Электричество; Оптика. Строение атома.

ISBN 978-5-458-42742-5

© Издание на русском языке, оформление
«УОУО Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Для разложения силы на две составляющие, направленные под углом друг к другу, необходимо знать или направление этих сил (рис. 3, а), или направление и величину одной из них (рис. 3, б), или величины обеих составляющих (рис. 3, в). Величины и направления составляющих сил находятся путем построения параллелограмма, диагональю которого является данная сила.

Условие равновесия тел. Тело находится в равновесии в том случае, когда равнодействующая всех сил, действующих на тело, равна нулю или алгебраическая сумма моментов всех сил, действующих на тело, имеющее ось вращения, равна нулю:

$$R = 0 \text{ или } \Sigma M = 0.$$

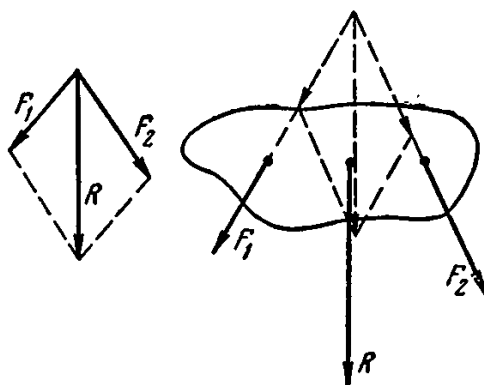


Рис. 2.

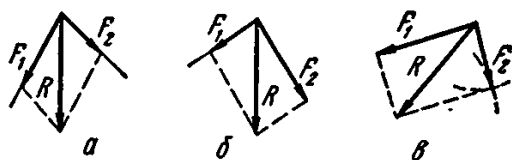


Рис. 3.

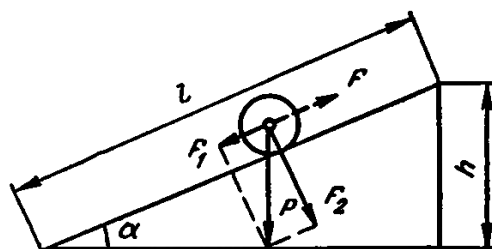


Рис. 4.

На наклонной плоскости тело находится в равновесии в том случае, когда скатывающая сила F_1 равна по величине удерживающей силе F (рис. 4):

$$F_1 = F, \text{ где } F_1 = P \frac{h}{l} = P \sin \alpha.$$

Тела, имеющие ось вращения или точку опоры, находятся в устойчивом равновесии в том случае, когда центр тяжести при их перемещении повышается, в неустойчивом равновесии — когда центр тяжести при их перемещении понижается, и в безразличном равновесии — когда центр тяжести при их перемещении находится на одном уровне.

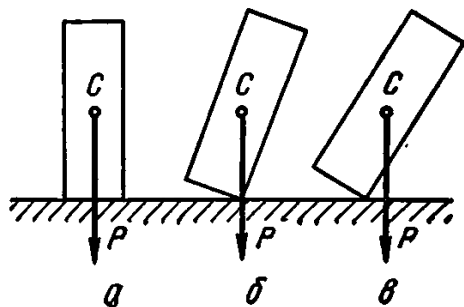


Рис. 5.

Тела, имеющие площадь опоры, находятся в устойчивом равновесии в том случае, когда вертикальная прямая, проведенная из центра тяжести, проходит через площадь основания (рис. 5, а), и в неустойчивом равновесии — когда вертикальная прямая, проведенная из центра тяжести, проходит через точку опоры или вне площади основания (рис 5, б и в).

1. Человек весом 70 кГ, стая на земле, равномерно поднимает груз массой 40 кг с помощью неподвижного блока. Определить силу давления человека на землю во время поднятия груза.

Условие: $P_1 = 70 \text{ кГ} = 686 \text{ н};$
 $m_2 = 40 \text{ кг.}$
 $\frac{F - ?}{g = 9,8 \text{ м/сек}^2}.$

Решение. Сила давления человека на землю меньше его веса на величину силы натяжения троса. Натяжение троса равно весу груза. Поэтому

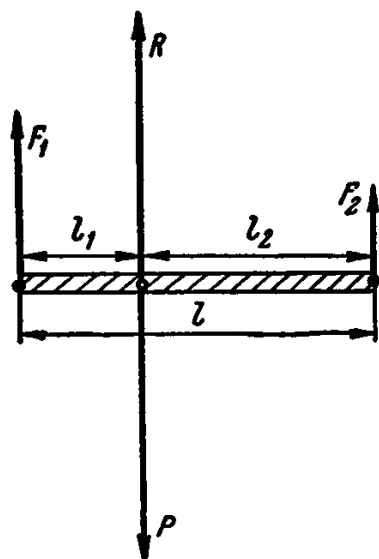
$$F = P_1 - P_2 = P_1 - m_2 \cdot g;$$

$$F = 686 - 40 \cdot 9,8 = 294 \text{ (н)}.$$

2. Двое рабочих переносят груз, подвешенный к железному лому длиной 1,5 м. Где должен быть подвешен груз, если нагрузка на одного рабочего в два раза больше, чем на другого? Весом лома пренебречь.

Условие: $l = 1,5 \text{ м};$
 $\frac{F_1 = 2F_2.}{l_1 - ? \quad l_2 - ?}$

Решение. Для поднятия груза необходимо приложить равную весу груза силу R , которая складывается из двух параллельных сил, действующих на концах лома (рис. 6). Точка подвеса груза определяется из следующего соотношения:



$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1} \text{ или } \frac{2F_2}{F_2} = \frac{l_2}{l - l_2}.$$

Отсюда

$$l_2 = 2(l - l_2), \text{ т. е. } l_2 = \frac{2}{3} l;$$

$$l_2 = \frac{2}{3} \cdot 1,5 = 1 \text{ (м)}, \text{ а } l_1 =$$

$$= 1,5 - 1 = 0,5 \text{ (м)}.$$

Рис. 6.

3. Автомашина весом 6 Т идет по мостовому пролету длиной 30 м. Определить силы, действующие на опоры моста, если автомашина находится на расстоянии 10 м от начала пролета.

Условие: $P = 6 \text{ Т} = 58,8 \cdot 10^3 \text{ н};$
 $l = 30 \text{ м};$
 $l_1 = 10 \text{ м.}$
 $\frac{F_1 - ? \quad F_2 - ?}{}$

Решение. Силы, действующие на опоры, являются параллельными составляющими веса автомашины, поэтому

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1},$$

где l_1 — расстояние от 1-й опоры до автомашины, l_2 — расстояние от автомашины до 2-й опоры. Но $F_2 = P - F_1$, а $l_2 = l - l_1$. Следовательно,

$$\frac{F_1}{P - F_1} = \frac{l - l_1}{l_1}.$$

Решив уравнение относительно F_1 , получим

$$F_1 = \frac{(l - l_1) P}{l};$$

$$F_1 = \frac{30 - 10}{30} \cdot 58,8 \cdot 10^3 = 39,2 \cdot 10^3 \text{ (н)}.$$

Тогда

$$F_2 = 58,8 \cdot 10^3 - 39,2 \cdot 10^3 = 19,6 \cdot 10^3 \text{ (н)}.$$

4. Рабочие несут бревно длиной 4 м и весом 200 кГ, положив его на палки (рис. 7), отстоящие от концов бревна на расстояниях 0,5 и 0,3 м. Какие силы прилагают рабочие?

Условие: $l = 4 \text{ м};$
 $P = 200 \text{ кГ} = 1960 \text{ н};$
 $l_1 = 0,5 \text{ м};$
 $l_2 = 0,3 \text{ м}.$

$F_1 - ? \quad F_2 - ?$

Решение. На бревно действуют три силы: F_1 — равнодействующая сила первых двух рабочих, F_2 — равнодействующая второй пары рабочих и вес бревна P . Вес бревна является уравновешивающей силой равнодействующей сил F_1 и F_2 . Следовательно,

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{l}{2} - l_2}{\frac{l}{2} - l_1} \text{ или } \frac{F_1}{P - F_1} = \frac{\frac{l}{2} - l_2}{\frac{l}{2} - l_1}.$$

Решив данное уравнение относительно F_1 , получим

$$F_1 = \frac{P(l - 2l_2)}{2(l - l_1 - l_2)}; \quad F_1 = \frac{1960 \cdot (4 - 2 \cdot 0,3)}{2 \cdot (4 - 0,5 - 0,3)} = 1040 \text{ (н)}.$$

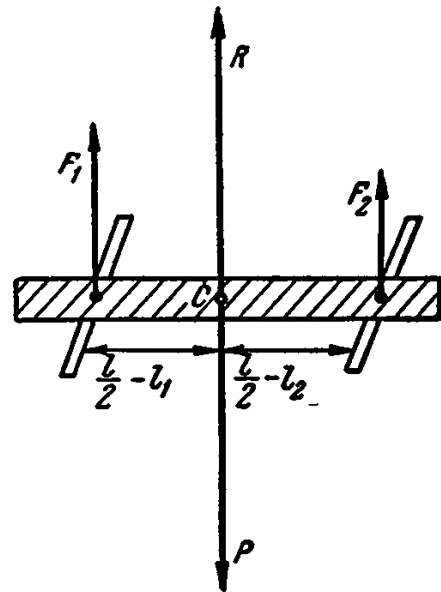


Рис. 7.

Тогда

$$F_2 = 1960 - 1040 = 920 \text{ (н)}.$$

Таким образом, каждый рабочий первой пары прилагает силу 520 н, а второй пары — 460 н.

5. Стержень одинакового поперечного сечения состоит из двух равных частей — свинцовой и железной (рис. 8). Определить центр тяжести стержня, если его длина 0,4 м.

Условие: $l = 0,4 \text{ м}$.

$$\begin{aligned} l_1 &= ? \\ \rho_c &= 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3; \\ \rho_{ж} &= 7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3. \end{aligned}$$

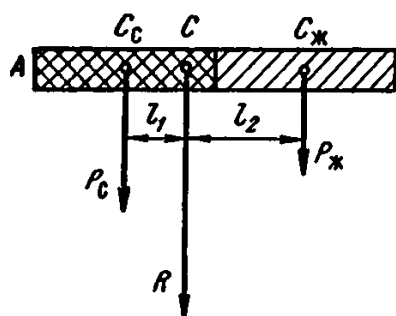


Рис. 8

Решение. Центры тяжести свинцовой и железной частей стержня находятся в их геометрических центрах C_c и $C_{ж}$. Центр тяжести всего стержня расположен между точками C_c и $C_{ж}$ и делит расстояние между ними на части, обратно пропорциональные весам свинцовой и железной частей стержня:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{P_{ж}}{P_c}.$$

Но $P_{ж} = \rho_{ж} V \cdot g$ и $P_c = \rho_c V \cdot g$, а $l_2 = \frac{l}{2} - l_1$. Следовательно,

$$\frac{l_1}{\frac{l}{2} - l_1} = \frac{\rho_{ж}}{\rho_c}.$$

Решив данное равенство относительно l_1 , получим:

$$\begin{aligned} l_1 &= \frac{\rho_{ж} \cdot l}{2(\rho_c + \rho_{ж})}, \\ l_1 &= \frac{7,8 \cdot 10^3 \cdot 0,4}{2(11,3 \cdot 10^3 + 7,8 \cdot 10^3)} = 0,08 \text{ (м)}; \\ l_2 &= 0,20 - 0,08 = 0,12 \text{ (м)}. \end{aligned}$$

Тогда центр тяжести находится от конца стержня A на расстоянии $0,10 + 0,03 = 0,18 \text{ (м)}$.

6. Определить равнодействующую трех сил, не лежащих в одной плоскости и направленных под прямым углом друг к другу (рис. 9), если $F_1 = 3 \cdot 10^2 \text{ н}$, $F_2 = 4 \cdot 10^2 \text{ н}$ и $F_3 = 866 \text{ н}$.

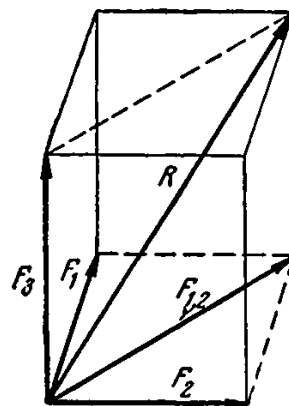


Рис. 9.

$$\begin{array}{l} \text{Условие: } F_1 = 3 \cdot 10^2 \text{ н;} \\ F_2 = 4 \cdot 10^2 \text{ н;} \\ F_3 = 866 \text{ н.} \\ \hline R = ? \end{array}$$

Решение. Сначала сложим F_1 и F_2 , получим результирующую $F_{1,2} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ или $F_{1,2} = \sqrt{(9 + 16) \cdot 10^4} = 5 \cdot 10^2 \text{ (н)}$. Затем сложим $F_{1,2}$ и F_3 и найдем равнодействующую всех трех сил:

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{F_{1,2}^2 + F_3^2}; \\ R &= \sqrt{5^2 \cdot 10^4 + 866^2} = 10^3 \text{ (н)} = \\ &= 1 \text{ (кн)}. \end{aligned}$$

7. На кронштейне подвешен груз массой 50 кг. Определить силы, действующие на горизонтальную балку и подкос кронштейна, если длина балки 0,6 м, а подкоса 1 м (рис. 10).

$$\begin{array}{l} \text{Условие: } m = 50 \text{ кг;} \\ AB = 0,6 \text{ м;} \\ BC = 1 \text{ м.} \\ \hline F_1 = ? \quad F_2 = ? \end{array}$$

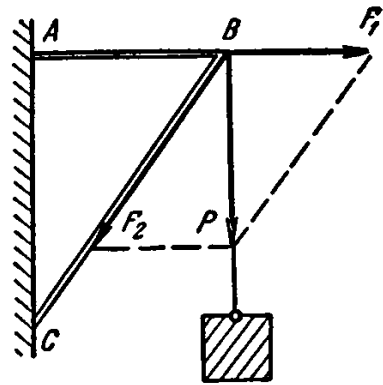


Рис. 10.

Решение. Вес груза P разложим на две составляющие: F_1 , действующую на горизонтальную балку, и F_2 , действующую на подкос. Из подобия $\triangle ABC$ и $\triangle BF_1P$ найдем, что

$$\frac{AB}{AC} = \frac{BF_1}{BP} \text{ или } \frac{AB}{\sqrt{BC^2 - AB^2}} = \frac{F_1}{P}.$$

Решим относительно F_1 :

$$\begin{aligned} F_1 &= \frac{AB}{\sqrt{BC^2 - AB^2}} \cdot P; \\ F_1 &= \frac{0,6}{\sqrt{1 - 0,36}} \cdot 50 \cdot 9,8 = 367,5 \text{ (н)}. \end{aligned}$$

Из соотношения $\frac{BC}{AC} = \frac{F_1 P}{BP} = \frac{F_2}{P}$ определим силу

$$\begin{aligned} F_2 &= \frac{BC}{AC} \cdot P; \\ F_2 &= \frac{1}{0,8} \cdot 50 \cdot 9,8 = 612,5 \text{ (н)}. \end{aligned}$$

8. Определить силы, действующие на стрелу BC и трос AB башенного крана при подъеме груза весом 10 Т , если $AB = 10\text{ м}$, а $BC = 8,5\text{ м}$ (рис. 11).

Условие: $P = 10\text{ Т} = 9,8 \cdot 10^4\text{ н};$
 $AB = 10\text{ м};$
 $BC = 8,5\text{ м}.$

 $F_1 — ? \quad F_2 — ?$

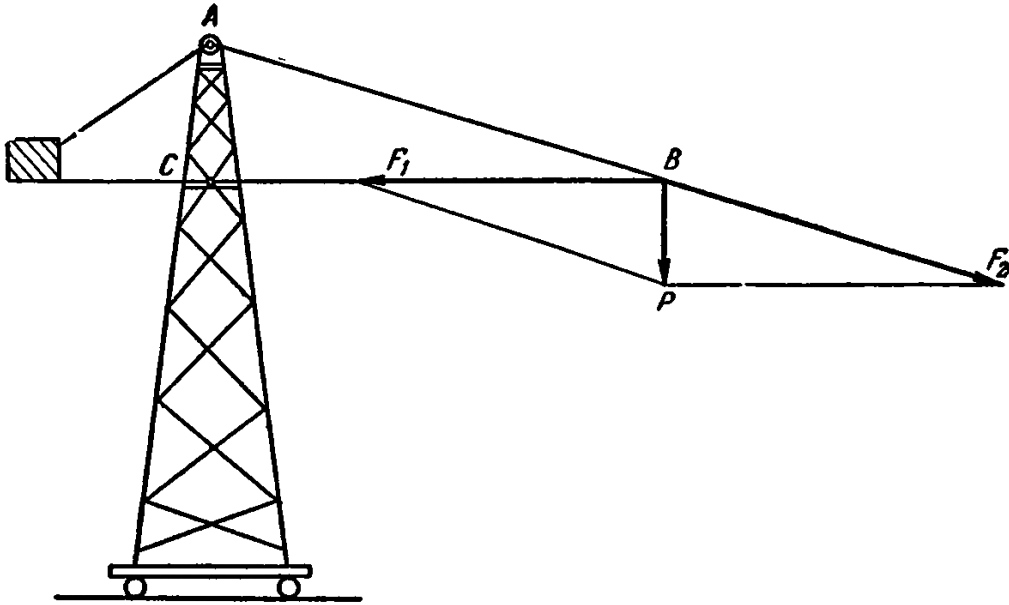


Рис. 11.

Решение. Вес поднимаемого груза разложим на две составляющие: F_1 , действующую на стрелу крана, и F_2 , действующую на трос. Из подобия $\triangle ABC$ и $\triangle BF_1P$ найдем, что

$$\frac{BC}{AC} = \frac{BF_1}{BP} \text{ или } \frac{BC}{\sqrt{AB^2 - BC^2}} = \frac{F_1}{P}.$$

Решив относительно F_1 , получим

$$F_1 = \frac{BC}{\sqrt{AB^2 - BC^2}} \cdot P;$$

$$F_1 = \frac{8,5}{\sqrt{10^2 - 8,5^2}} \cdot 9,8 \cdot 10^4 =$$

$$= 15,7 \cdot 10^4\text{ (н)}.$$

Сила F_2 определится из соотношения

$$\frac{AB}{AC} = \frac{BF_2}{BP} = \frac{F_2}{P};$$

$$F_2 = \frac{AB}{AC} \cdot P;$$

$$F_2 = \frac{10}{5,3} \cdot 9,8 \cdot 10^4 = 18,5 \cdot 10^4\text{ (н)}.$$

9. Над серединой улицы висит сигнальный фонарь (рис. 12). Определить силу натяжения троса, если масса фонаря 10 кг, длина троса 15 м, а точка подвеса фонаря отстоит от горизонтальной прямой, соединяющей точки A и B , на 0,1 м.

Условие: $m = 10 \text{ кг};$
 $l = 15 \text{ м};$
 $h = 0,1 \text{ м}.$
 $F_A - ?$

Решение. Силы натяжения троса F_A и F_B являются составляющими веса фонаря P . Поэтому из подобия $\triangle ACD$ и $\triangle F_AOD$ запишем, что $\frac{AD}{CD} = \frac{DF_A}{DO}$, где $AD = \frac{l}{2}$, $CD = h$, а $DO = \frac{P}{2}$, т. е. $\frac{l}{2h} = \frac{2F_A}{P}$. Отсюда

$$F_A = \frac{lP}{4h};$$

$$F_A = \frac{15 \cdot 10 \cdot 9,8}{4 \cdot 0,1} = 3675 \text{ (н)}.$$

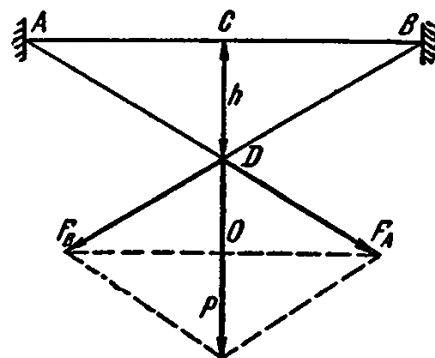


Рис. 12

10. Схема крепления троллейбусных проводов дана на рис. 13. Определить силы натяжения троса на участках AC (BD) и CD , если вес проводов между соседними столбами вдоль улицы 37,5 кГ, а $KC = MD = 0,25 \text{ м}$.

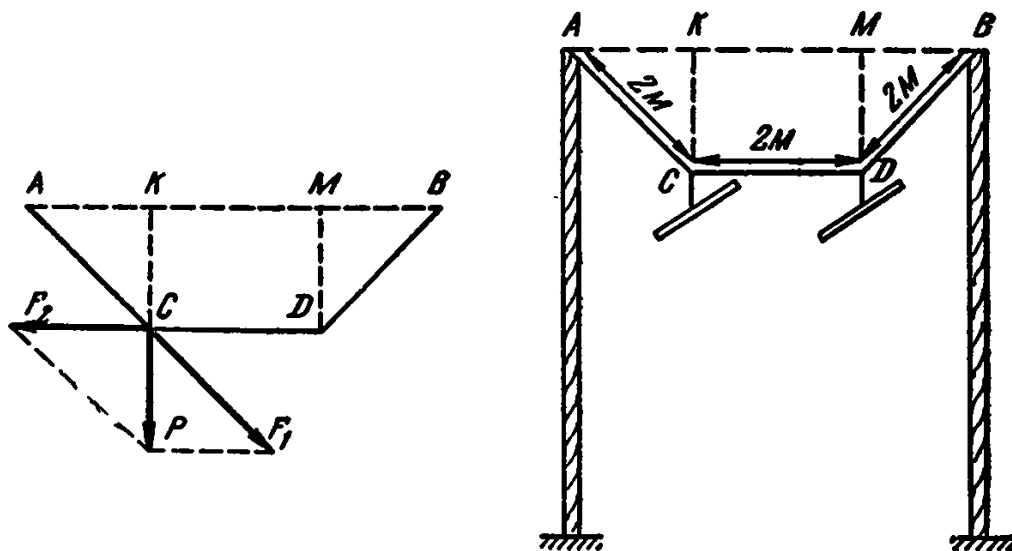


Рис. 13.

Условие: $AC = CD = DB = 2 \text{ м};$
 $KC = MD = 0,25 \text{ м};$
 $P = 37,5 \text{ кГ} = 367,5 \text{ н}.$
 $F_1 - ? \quad F_2 - ?$

Решение. Вес провода разложим на две составляющие: F_1 , создающую натяжение троса на участке AC , и F_2 , создающую натяжение троса на участке CD . Из подобия $\triangle AKC$ и $\triangle CF_1P$ находим, что

$$\frac{AC}{KC} = \frac{CF_1}{CP} \text{ или } \frac{AC}{KC} = \frac{F_1}{P}.$$

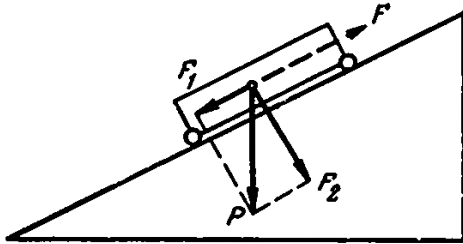


Рис. 14.

Решив данное уравнение относительно F_1 , получим

$$F_1 = \frac{AC}{KC} \cdot P;$$

$$F_1 = \frac{2}{0,25} \cdot 367,5 = 2940 \text{ (н)}.$$

Из соотношения $\frac{AK}{KC} = \frac{PF_1}{CP}$ или

$$\frac{\sqrt{AC^2 - KC^2}}{KC} = \frac{F_2}{P} \text{ определим}$$

$$F_2 = \frac{\sqrt{AC^2 - KC^2}}{KC} \cdot P; F_2 = \frac{\sqrt{2^2 - 0,25^2}}{0,25} \cdot 367,5 = 2910 \text{ (н)}.$$

11. Какую силу нужно приложить к автомобилю, чтобы удержать его на наклонной плоскости длиной 10 м и высотой 1 м, если вес автомобиля с грузом 8 Т, а коэффициент трения 0,02 (рис. 14)?

$$\begin{aligned} \text{Условие: } l &= 10 \text{ м;} \\ h &= 1 \text{ м;} \\ P &= 8 \text{ Т} = 78,4 \cdot 10^3 \text{ н;} \\ k &= 0,02. \\ \hline F &= ? \end{aligned}$$

Решение. На автомобиль, находящийся на наклонной плоскости, действуют скатывающая сила F_1 и сила трения $F_{\text{тр}}$. (Сила нормального давления автомобиля уравнивается реакцией наклонной плоскости.) Для удержания его на наклонной плоскости необходимо приложить силу $F = F_1 - F_{\text{тр}}$, где $F_{\text{тр}} = kF_2$. Силы F_1 и F_2 найдем, если вес автомобиля разложим на такие составляющие: F_1 , параллельную наклонной плоскости, и F_2 , перпендикулярную к ней. Тогда $F_1 = \frac{h}{l} \cdot P$, а F_2 определим из соотношения $\frac{F_2}{P} = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l}$, т. е. $F_2 = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l} \cdot P$. Отсюда $F_{\text{тр}} = k \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l} \cdot P$. Таким образом,

$$F = \frac{h}{l} \cdot P - k \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l} \cdot P = P \left(\frac{h}{l} - k \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l} \right);$$

$$F = 78,4 \cdot 10^3 \left(\frac{1}{10} - 0,02 \cdot \frac{\sqrt{10^2 - 1^2}}{10} \right) = 6270 \text{ (н)}.$$

12. В кузове автомобиля стоит бочка. Высота бочки 1 м, а диаметр 0,6 м. При каком максимальном угле наклона кузова бочка не опрокинется?

Условие: $h = 1 \text{ м};$
 $d = 0,6 \text{ м}.$
 $\alpha = ?$

Решение. Максимальный угол наклона соответствует положению бочки, когда вертикальная прямая, направленная из центра тяжести ее, проходит через грань основания бочки (рис. 15). Следовательно, $\angle BAC = \angle A_1OB_1$, а

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{r}{h} = \frac{d}{h}; \quad \operatorname{tg} \alpha = 0,6.$$

Отсюда

$$\alpha = 31^\circ.$$

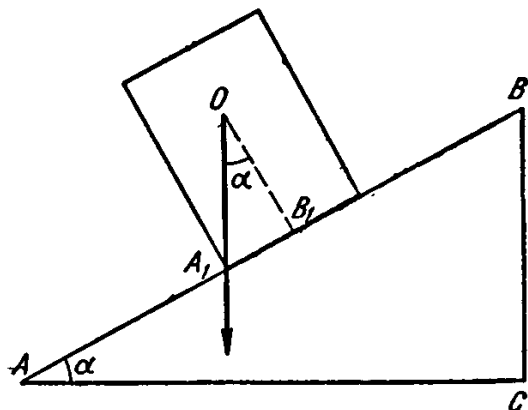


Рис. 15

13. Стальной вал длиной 2,4 м и весом 48 кГ лежит на ящике, выступая за край ящика с правой стороны на 0,6 м, а с левой — на 0,8 м. Какие силы нужно приложить, чтобы поднять вал с правой или с левой стороны (рис. 16)?

Условие: $l = 2,4 \text{ м};$
 $P = 48 \text{ кГ} = 470,4 \text{ н};$
 $AO_1 = 0,8 \text{ м};$
 $BO_2 = 0,6 \text{ м}.$
 $F_1 = ? \quad F_2 = ?$

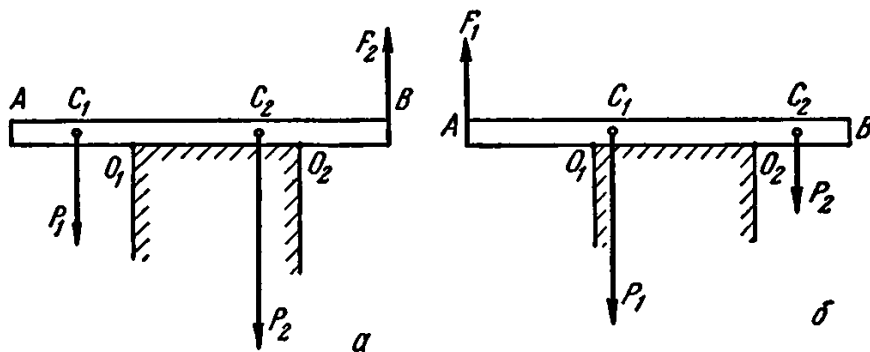


Рис. 16.

Решение. При поднятии вала с правой стороны точкой опоры служит точка O_1 . Поэтому

$$P_1 \cdot C_1O_1 + F_2 \cdot BO_1 = P_2 \cdot C_2O_1,$$

где

$$P_1 = \frac{P}{l} AO_1, \quad P_2 = \frac{P}{l} BO_1, \quad C_2O_1 = \frac{BO_1}{2}, \quad C_1O_1 = \frac{AO_1}{2} \text{ и } BO_1 = l - AO_1.$$

Отсюда

$$F_2 = \frac{P_2 \cdot C_2O_1 - P_1 \cdot C_1O_1}{BO_1};$$
$$F_2 = \frac{313,6 \cdot 0,8 - 156,8 \cdot 0,4}{1,6} = 117,6 \text{ (н)}.$$

Аналогичным образом найдем и силу F_1 , приложенную слева для поднятия вала:

$$F_1 \cdot AO_2 + P_2 \cdot C_2O_2 = P_1 \cdot C_1O_2;$$
$$F_1 = \frac{P_1 \cdot C_1O_2 - P_2 \cdot C_2O_2}{AO_2},$$

откуда

$$F_1 = \frac{352,8 \cdot 0,9 - 117,6 \cdot 0,3}{1,8} = 156,8 \text{ (н)}.$$

2. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Движение, при котором за любые равные промежутки времени тело проходит одинаковые отрезки пути, называется *равномерным*.

Формула пути равномерного движения

$$s = v \cdot t,$$

где v — скорость, t — время.

Равнопеременным называется такое движение, при котором за единицу времени скорость изменяется на постоянную величину.

Изменение скорости за единицу времени называется *ускорением*:

$$a = \frac{v - v_0}{t},$$

где v — конечная скорость, v_0 — начальная скорость, t — время, за которое произошло данное изменение скорости.

Единицей ускорения (1 м/сек^2) является такое ускорение, при котором скорость изменяется на величину 1 м/сек за секунду.

Мгновенной скоростью неравномерного движения называется скорость в данный момент времени.

Формула мгновенной скорости для равнопеременного движения

$$v = v_0 + at.$$

Если начальная скорость $v_0 = 0$, то

$$v = at.$$

Средней скоростью неравномерного движения называется скорость такого равномерного движения, при котором тело проходит такой же путь и за такое же время, как и при данном неравномерном движении:

$$v_{\text{ср}} = \frac{s}{t}.$$