

8. Силы упругости. Закон Гука.

Деформация - это изменение формы и размера тела.

Упругая деформация - это деформация, которая исчезает после прекращения действия внешней силы.

Сила упругости - это сила, возникающая в теле в результате его деформации и стремящаяся вернуть тело в исходное положение.

Закон Гука: модуль силы упругости при растяжении (или сжатии) тела прямо пропорционален изменению длины тела.

$$F_{\text{упр}} = k|\Delta l|$$

k - коэффициент пропорциональности (жесткость).

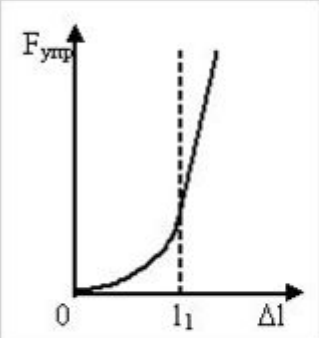
$[k] = \text{Н/м}$

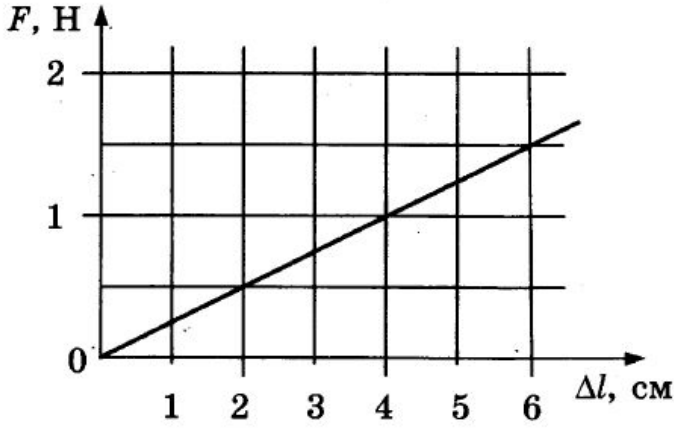
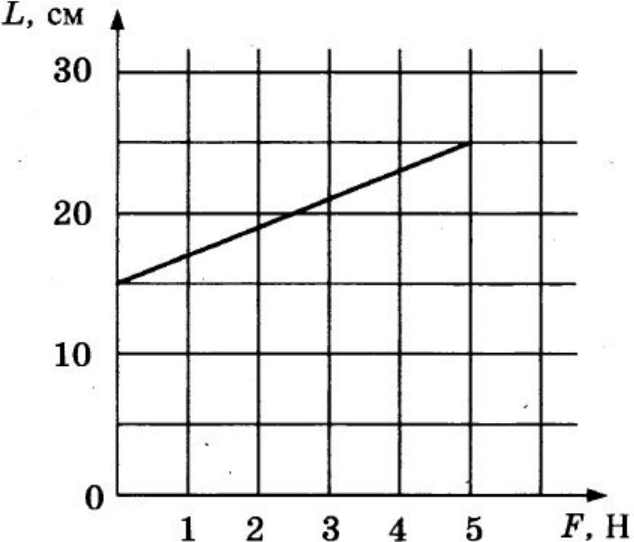
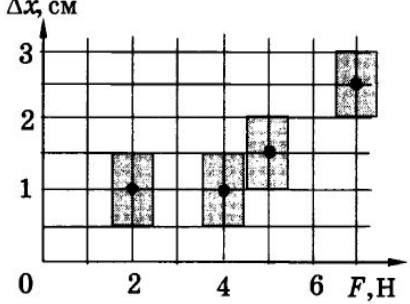
Δl - удлинение тела

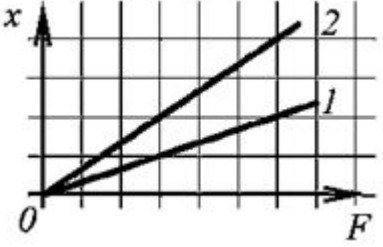
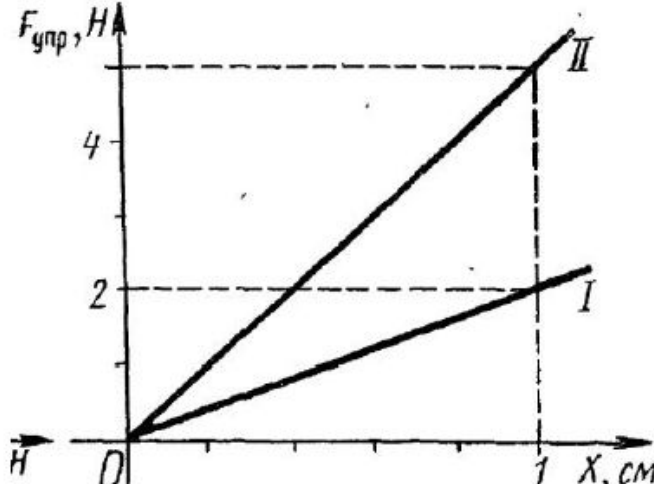
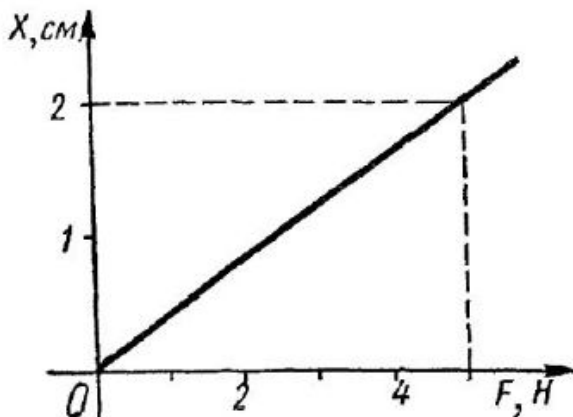
$\Delta l = l - l_0$

l - конечная длина, l_0 - начальная длина тела.

Закон Гука справедлив только для упругой деформации.

8.1.	На рисунке показан график зависимости силы упругости бельевой резинки от изменения ее длины. На каком участке изменения длины Δl соблюдается закон Гука? 	2
8.2.	Найдите жесткость пружины, которая под действием 5 Н удлинилась на 0,5 см.	1000 Н/м
8.3. Д	Под действием какой силы пружина, имеющая коэффициент жесткости 10000 Н/м, сжалась на 4 см?	400 Н
8.4. Д	В Вашем распоряжении динамометр и линейка. Растянув пружину динамометра на 5 см, Вы обнаружили, что его показания равны 2 Н. Какова жесткость пружины динамометра?	40 Н/м

8.5.	Жесткость пружины равна 50 Н/м. Если с помощью этой пружины равномерно тянуть по полу коробку массой 2 кг, то длина пружины увеличивается с 10 до 15 см. Какова сила упругости в этом случае? Чему равна сила трения коробки о пол?	2,5 Н, 2,5 Н
8.6.	<p>На рисунке представлен график зависимости силы упругости пружины от ее удлинения.</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Коэффициент жесткости пружины равен</p> </div> </div>	25 Н/м
8.7. Д	<p>На графике представлена длина пружины в зависимости от приложенной силы.</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Коэффициент жёсткости пружины равен</p> </div> </div>	50 Н/м
8.8.	<p>Исследовалась зависимость растяжения жгута от приложенной силы. Погрешности измерения силы и величины растяжения жгута составляли, соответственно, 0,5 Н и 0,5 см. Результаты измерений с учётом их погрешности представлены на рисунке. Согласно этим измерениям жёсткость жгута приблизительно равна</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 48%;"> <p>1) 110 Н/м 2) 150 Н/м</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>3) 300 Н/м 4) 400 Н/м</p> </div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center;">  </div> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">3</p>

8.9.	<p>На рисунке представлены графики зависимости удлинения от модуля приложенной силы для стальной 1 и медной 2 проволок равной длины и диаметра. Определить во сколько раз отличаются жесткости проволок.</p> 	2
8.10. Д	<p>На рисунке приведен график зависимости силы упругости, возникающей в каждой из двух пружин, от деформации. Жесткость какой пружины больше и во сколько раз?</p> 	У 2-ой больше в 2,5 раза
8.11.	<p>На рисунке приведен график зависимости деформации тела от приложенной к нему силы. Начальная длина тела $l_0 = 20$ см. Найдите его длину, если к нему приложить силу 5 Н. Найдите жесткость тела.</p> 	22 см, 250 Н/м
8.12.	<p>Под действием силы, равной по модулю 3 Н, пружина удлинилась на 4 см. Чему равен модуль силы, под действием которой удлинение этой пружины составит 6 см?</p>	4,5 Н

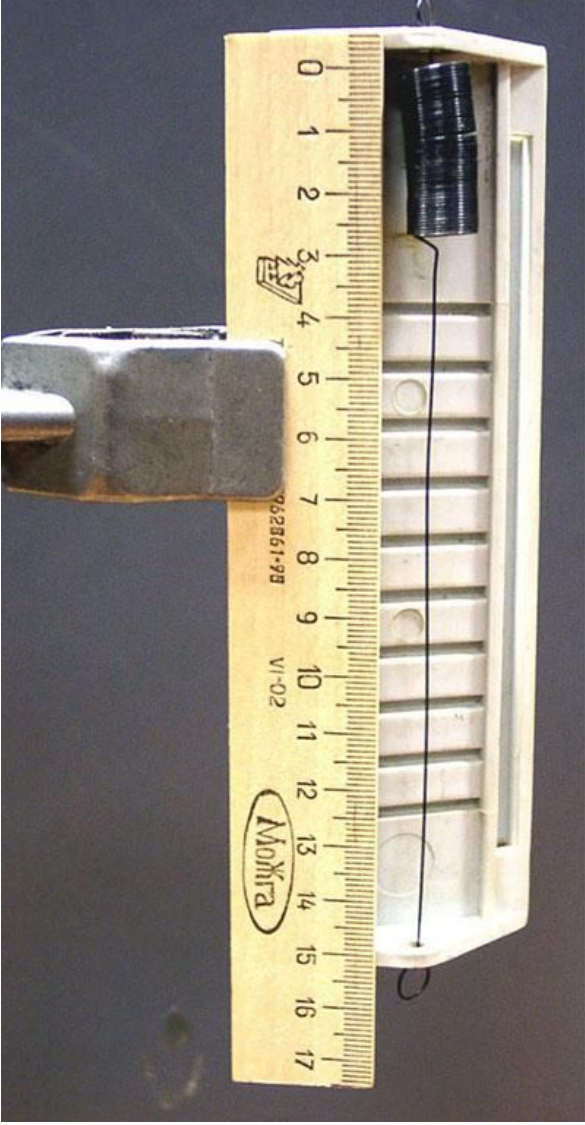
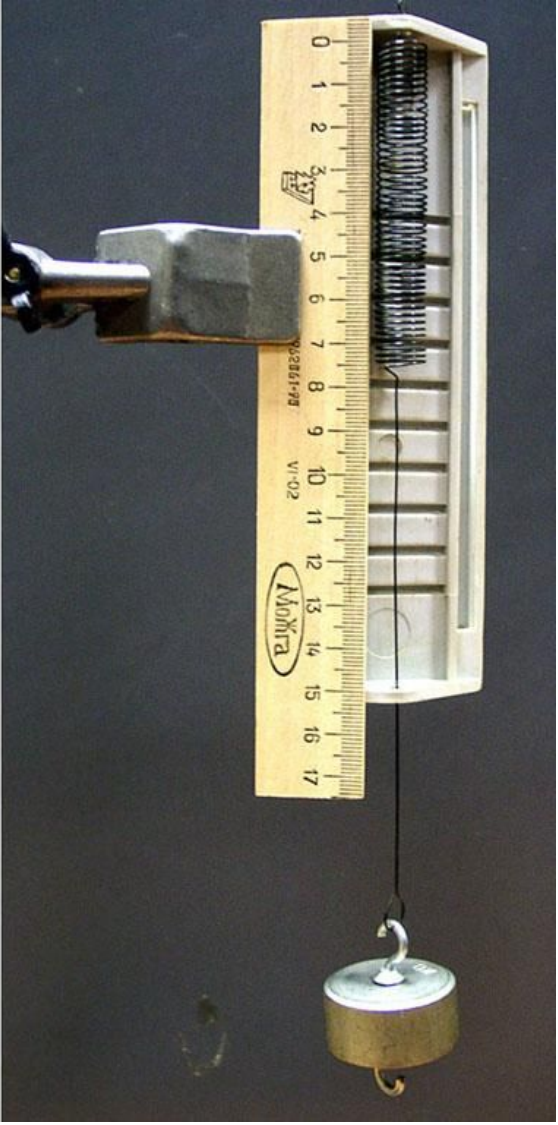
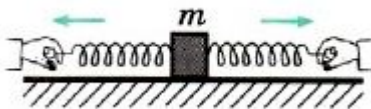
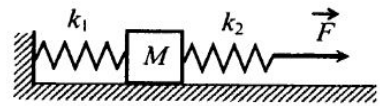
8.13. Д	Пружина с коэффициентом жесткости 100 Н/м под действием некоторой силы удлинилась на 5 см . Каков коэффициент жесткости другой пружины, которая под действием той же силы удлинилась на 1 см ?	500 Н/м
8.14.	На сколько удлинится рыболовная леска (коэффициент жесткости $0,5 \text{ кН/м}$) при равномерном поднимании вертикально вверх рыбы массой 200 г ?	4 мм
8.15. Д	Какой груз нужно подвесить к пружине жесткостью 1000 Н/м , чтобы растянуть ее на 20 см .	20 кг
8.16.	<p>Для измерения жесткости пружины ученик собрал установку (см. рис.1), и подвесил к пружине груз массой $0,1 \text{ кг}$ (см. рис.2). Какова жесткость пружины?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	20 Н/м

Рис.1

Рис. 2

8.17.	Ученик подвесил груз массой 0,1 кг к пружине жесткостью 100 Н/м и заметил, что длина пружины стала 7,5 см. Определите первоначальную длину пружины.	6,5 см																				
8.18. Д	Ученик подвесил груз массой 0,15 кг к пружине жесткостью 10 Н/м и первоначальной длиной 2,5 см. Определите какой стала длина пружины.	17,5 см																				
8.19.	Груз массой 3 кг растягивает пружину на 5 см. Каким должен быть груз, который растянёт пружину на 8 см?	4,8 кг																				
8.20. Д	Груз массой 2 кг растягивает пружину на 4 см. Каким будет растяжение этой пружины, если подвесить к ней груз массой 6 кг?	12 см																				
8.21.	К системе из кубика массой $M = 1$ кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила \vec{F} (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жёсткость первой пружины $k_1 = 300$ Н/м. Жёсткость второй пружины — $k_2 = 600$ Н/м. Удлинение первой пружины равно 2 см. Модуль силы F равен	6 Н																				
8.22. Д	К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила величиной $F = 18$ Н (см. рисунок). Система покоится. Между кубиком и опорой трения нет. Левый край первой пружины прикреплен к стенке. Жёсткость первой пружины $k_1 = 300$ Н/м. Жёсткость второй пружины $k_2 = 600$ Н/м. Определите удлинение второй пружины. Ответ запишите в сантиметрах.	3 см																				
8.23.	К бруску массой 1 кг, находящемуся на гладкой горизонтальной поверхности, прикреплены две пружины (рис.). Жесткость правой пружины $2 \cdot 10^3$ Н/м, левой — в 2 раза меньше. Чему равно отношение удлинений пружин в случае, когда брусок неподвижен?	2																				
8.24.	В процессе экспериментального исследования жёсткости трёх пружин получены данные, которые приведены в таблице.	3																				
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Сила (F, Н)</td> <td>0</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Деформация пружины 1 (Δl, см)</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Деформация пружины 2 (Δl, см)</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Деформация пружины 3 (Δl, см)</td> <td>0</td> <td>1,5</td> <td>3</td> <td>4,5</td> </tr> </tbody> </table>			Сила (F , Н)	0	10	20	30	Деформация пружины 1 (Δl , см)	0	1	2	3	Деформация пружины 2 (Δl , см)	0	2	4	6	Деформация пружины 3 (Δl , см)	0	1,5	3	4,5
Сила (F , Н)	0	10	20	30																		
Деформация пружины 1 (Δl , см)	0	1	2	3																		
Деформация пружины 2 (Δl , см)	0	2	4	6																		
Деформация пружины 3 (Δl , см)	0	1,5	3	4,5																		
<p>Жёсткость пружин возрастает в такой последовательности:</p> <p>1) 1, 2, 3 2) 1, 3, 2 3) 2, 3, 1 4) 3, 1, 2</p>																						



8.25.
Д

При исследовании зависимости удлинения x пружины от приложенной силы F были получены следующие данные:

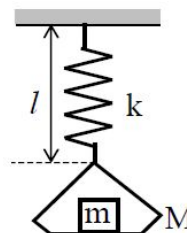
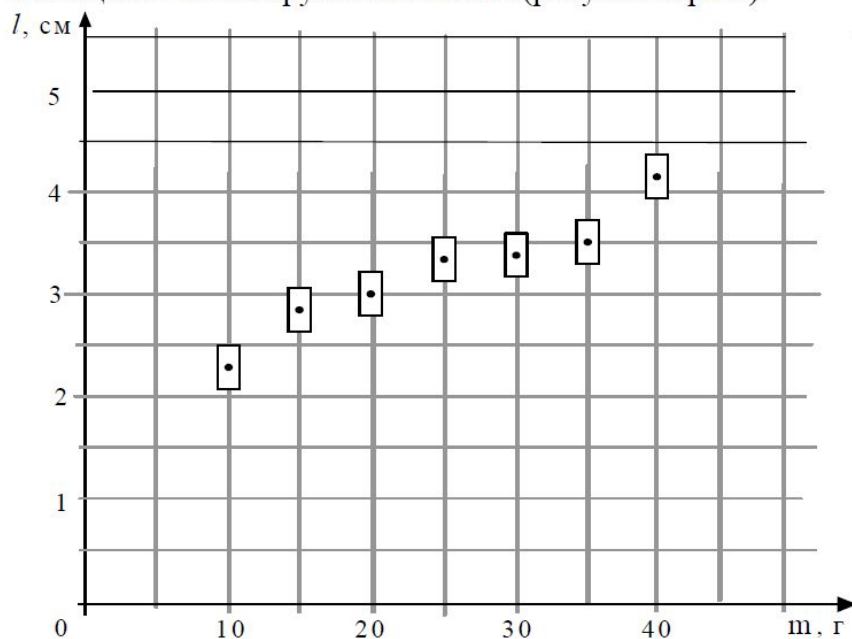
$F, \text{ Н}$	1,2	1,4	1,6	1,8
$x, \text{ см}$	2,4	2,8	3,2	3,6

Из результатов исследования можно заключить, что коэффициент упругости пружины равен

50
Н/м

8.26.

На графике представлены результаты измерения длины пружины при различных значениях массы грузов, лежащих в чашке пружинных весов (рисунок справа).



3

С учетом погрешностей измерений ($\Delta m = \pm 1 \text{ г}$, $\Delta l = \pm 0,2 \text{ см}$) жесткость пружины k приблизительно равна

- 1) 7 Н/м 2) 10 Н/м 3) 20 Н/м 4) 30 Н/м

8.29.

В лабораторных опытах по изучению закона Гука две пружины с различной жесткостью прикрепили к штативу, поочередно подвешивали к ним грузы разной массы и измеряли линейкой удлинение пружин. Результаты опытов с учетом погрешностей представлены в таблице.

25

№ опыта	№ пружины	Масса груза m , г	Удлинение пружины Δl , см
1	пружина №1	100	$1,9 \pm 0,1$
2	пружина №1	200	$4,1 \pm 0,1$
3	пружина №1	300	$6,0 \pm 0,1$
4	пружина №2	200	$1,9 \pm 0,1$
5	пружина №2	300	$2,9 \pm 0,1$
6	пружина №2	400	$4,1 \pm 0,1$

Выберите два утверждения, соответствующих результатам этих опытов и укажите их номера.

- 1) Закон Гука выполняется только для пружины № 1.
- 2) Жесткость пружины № 1 в 2 раза меньше, чем у пружины № 2.
- 3) Жесткость пружины №1 равна 500 Н/м.
- 4) Жесткость пружины № 2 равна 10 Н/м.
- 5) Если к пружине № 2 подвесить груз 500 г, то ее удлинение составит $5,0 \pm 0,1$ см.

Ответ:

8.30.

Д

В лабораторных опытах по изучению закона Гука резиновый жгут прикрепили к штативу, затем стали подвешивать к нему грузы разной массы и измерять линейкой удлинение жгута. Результаты опытов с учетом погрешностей представлены в таблице.

№ опыта	Масса груза m , г	Удлинение жгута Δl , см
1	40	$2,0 \pm 0,1$
2	80	$3,9 \pm 0,1$
3	120	$6,1 \pm 0,1$
4	160	$8,5 \pm 0,1$
5	200	$11,0 \pm 0,1$
6	240	$13,5 \pm 0,1$

Выберите два утверждения, соответствующих результатам этих опытов и укажите их номера.

- 1) Закон Гука выполняется для всех шести опытов.
- 2) Жесткость жгута увеличивается с увеличением массы груза.
- 3) Закон Гука выполняется только для первых трех опытов.
- 4) Жесткость жгута для первых трех опытов равна 20 Н/м.
- 5) Жесткость жгута равна 40 Н/м.

Ответ:

34

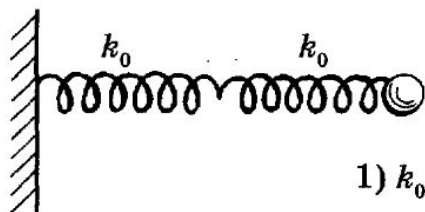
8.31.

Пружины жесткостями 100 Н/м и 300 Н/м соединили: а) параллельно; б) последовательно. Пружиной какой жесткости можно заменить такую систему пружин?

а) 400
Н/м
б) 75
Н/м

8.32.

К пружине жесткостью k_0 присоединили другую такую же пружину (см. рис.). Чему равна жесткость полученной системы пружин?



- 1) k_0 2) $2k_0$ 3) $4k_0$ 4) $k_0/2$

4

8.33.

Коэффициент жесткости резинового жгута 40 Н/м. Каков коэффициент жесткости того же жгута, сложенного пополам?

160
Н/м

8.34.

Д

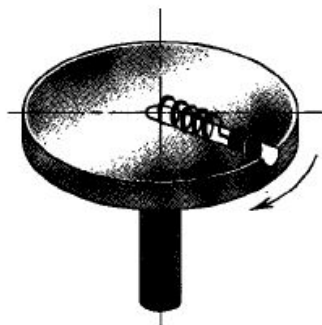
Коэффициент жесткости резинового жгута 10 Н/м. Каков коэффициент жесткости того же жгута, сложенного втрое?

90
Н/м

8.35.	<p>Однородный стержень (см. рисунок) подвешен на двух одинаковых вертикальных пружинах жёсткостью $800 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ каждая.</p>  <p>Какова масса стержня, если удлинение каждой пружины равно 2 см?</p>	3,2 кг
8.36. Д	Жесткость стального провода равна 10^4 Н/м. Если к концу троса, сплетенного из 10 таких проводов, подвесить груз массы 200 кг, то трос удлинится на	2 см
8.37.	Найдите абсолютное удлинение троса с коэффициентом жесткости 100 кН/м при буксировке автомобиля массой 2 т с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$.	1 см
8.38. Д	Каково удлинение горизонтальной пружины жесткостью 50 Н/м, если пружина сообщает тележке массой 500 г горизонтальное ускорение 2 м/с^2 ? Трение не учитывайте.	2 см
8.39.	К динамометру привязан груз массой 2 кг. Динамометр с грузом опускают с ускорением 3 м/с^2 . Жёсткость пружины 10^3 Н/м. Определите модуль растяжения пружины динамометра.	1,4 см
8.40.	С каким максимальным ускорением можно поднимать с помощью веревки тело массой 200 кг, если веревка выдерживает неподвижный груз массой 240 кг?	2 м/с^2
8.41. Д	Какую максимальную массу тела можно поднимать с помощью веревки с ускорением $2,5 \text{ м/с}^2$, если веревка выдерживает неподвижный груз массой 200 кг?	160 кг
8.42.	Груз массой m поднимают на легком резиновом шнуре вертикально вверх с ускорением a , а затем опускают с тем же ускорением. Во сколько раз удлинение шнура при поднятии груза будет больше, чем при его опускании? Жесткость шнура постоянна, колебания груза отсутствуют.	$\frac{(g+a)}{(g-a)}$
8.43.	<p>Какова жесткость жгута, связывающего два груза (рис.), если при их совместном равноускоренном движении вертикально вверх он растянут на $x = 2$ мм? За время $t = 0,4$ с грузы переместились на расстояние $s = 40$ см. Масса большего груза $M = 2$ кг. Считать, что для жгута выполняется закон Гука.</p> 	15000 Н/м

8.44.
*

Ученик, проводя исследование упругих свойств пружины, собрал установку: в центре вращающегося диска закреплен один из концов исследуемой пружины; к другому ее концу прикрепляют грузик массой 0,5 кг, который может скользить без трения по желобу в диске (рис.). Желоб расположен вдоль радиуса диска. В таблице представлены результаты измерений относительного удлинения пружины в зависимости от периода вращения диска. Определите жесткость пружины.

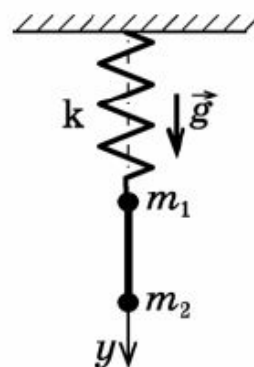


T, c	0,8	1	2
$\Delta l/l_0$	0,21	0,125	0,029

177,5
Н/м

8.45.
*

К нижнему концу легкой пружины подвешены связанные невесомой нитью грузы: верхний массой $m_1 = 0,5$ кг и нижний массой $m_2 = 0,2$ кг (см. рисунок). Нить, соединяющую грузы, пережигают. С каким ускорением начнет двигаться верхний груз?



4 м/с²