



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Естественные науки»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по физике для иностранных студентов предвузовского этапа обучения

«МЕХАНИКА

ЧАСТЬ 1»

Автор
С.М.Цветковская,
И.В. Донец

Ростов-на-Дону, 2014



Аннотация

Методические указания предназначены для иностранных студентов предвузовской подготовки технического, естественнонаучного и медико-биологического профилей обучения. Содержат краткую теорию, адаптированные тексты задач с ответами к решению, ключевые слова и словосочетания, снабжены пояснительными рисунками.

Рекомендуются для аудиторной и самостоятельной работы студентов.

Автор

С.М.Цветковская – канд. физ.-мат.наук, доцент;

И.В.Донец - канд.физ.-мат.наук, доцент



Оглавление

Формулы для решения задач	4
Раздел1. Работа. Мощность. К.П.Д.	8
Раздел 2. Механическая энергия. Закон сохранения механической энергии.....	11
Раздел 3. Законы сохранения энергии и импульса.....	16

ФОРМУЛЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

РАБОТА



$$A = F \cdot S;$$

$$a = F_S \cdot S;$$

$$A = F \cdot S \cdot \cos$$

$$[A]_{\text{СИ}} = \text{Дж};$$

Мощность

$$P = \frac{A}{t}; \quad [P]_{\text{СИ}} = \text{Вт (ватт)};$$

$$P = F_{\text{тяги}} \cdot V, \text{ если } V = \text{const};$$

$$P = F_{\text{тяги}} \cdot V_{\text{средняя}}, \text{ если } V \neq \text{const};$$

Коэффициент полезного действия (к.п.д)

$$\eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{затраченная}}} \cdot 100\% = \frac{P_{\text{полезная}}}{P_{\text{затраченная}}} \cdot 100\%$$

Потенциальная энергия

Потенциальная энергия тела массой m , которое находится на высоте h над поверхностью земли:

$$E_{\text{пот}} = m \cdot g \cdot h.$$

Потенциальная энергия деформированной пружины:

$$E_{\text{пот}} = \frac{k \cdot \Delta l^2}{2},$$

где k -коэффициент упругости, Δl -деформация пружины.

Кинетическая энергия

Кинетическая энергия тела массой m , которое движется со скоростью V :

$$E_{кин} = \frac{m \cdot V^2}{2}$$

Механическая энергия тела:

$$E_{мех} = E_{пот} + E_{кин}$$

Импульс

Импульс тела массой m , которое движется со скоростью

V :

$$\vec{P} = m \cdot \vec{V}; [P]_{СИ} = Н \cdot с.$$

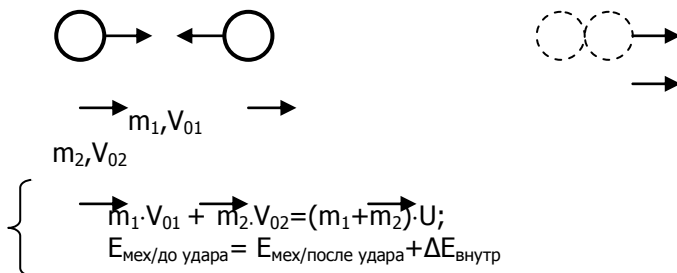
Полная энергия

$$E = E_{мех} + E_{внутр}$$

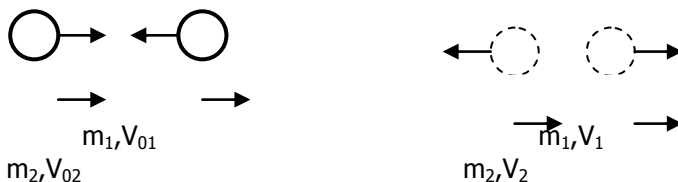
Законы сохранения

Закон сохранения механической энергии	Закон сохранения полной энергии	Закон сохранения импульса
$E_{мех} = const$	$E = const$	$\vec{P} = const$

Абсолютно неупругий центральный удар



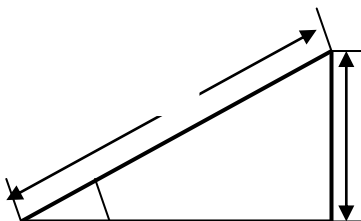
Абсолютно упругий центральный удар



$$\vec{V}_1 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot \vec{V}_{01} + 2 \cdot m_2 \cdot \vec{V}_{02}}{m_1 + m_2}; \vec{V}_2 = \frac{(m_2 - m_1) \cdot \vec{V}_{02} + 2 \cdot m_1 \cdot \vec{V}_{01}}{m_1 + m_2}$$

Уклон наклонной плоскости

Уклон наклонной плоскости равен h метров на каждые l метров пути:



$$\sin \alpha = \frac{h}{l}$$

Ключевые слова и словосочетания

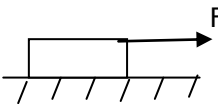
- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| 1. Автомобиль | 17. Коэффициент жёсткости |
| 2. Включать, включить | 18. Коэффициент полезного действия |
| 3. Включённый | 19. Летать, лететь |
| 4. Выключать, выключить | 20. Машина |
| 5. Выключенный | 21. Маятник |
| 6. Глубина | 22. Механическая энергия |
| 7. Горизонтальный путь | 23. Мощность |
| 8. Груз | 24. Наклонная плоскость |
| 9. Двигатель | 25. Подъёмный кран |
| 10. Деформированный | 26. Потенциальная энергия |
| 11. Деформировать | 27. Пружина |
| 12. Диссипация | 28. Пуля |
| 13. Диссипативная сила | 29. Работа |
| 14. Достигать | 30. Свая |
| 15. Застревать | 31. Сжатая пружина |
| 16. Кинетическая энергия | |

32. Сжать
33. Скользить
34. Соприкасаться
35. Тормозной путь
36. Тормозящая сила
37. Угол наклона
38. Удар
39. Уклон
40. Упругий удар
41. Энергия



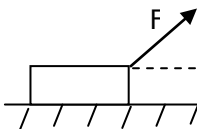
Раздел 1. Работа. Мощность. К.П.Д.

Задача 1.



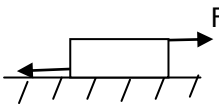
Тело движется горизонтально под действием силы тяги 40 н. Найти работу силы тяги на пути 200 м.

Задача 2.



Тело движется по горизонтальной плоскости под действием силы тяги 20 Н, которая направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Найти работу силы тяги на пути 15 м.

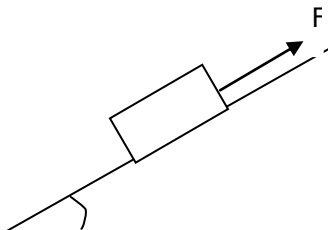
Задача 3.



Тело массой 100 кг движется равномерно по горизонтальной плоскости под действием силы тяги. Найти работу силы на пути 5 м, если коэффициент трения $\mu = 0,4$.

Задача 4. Тело массой 20кг движется равномерно по горизонтальной плоскости со скоростью 5 м/с в течение 8 с. Найти работу силы тяги, если коэффициент трения $\mu = 0,2$

Задача 5.

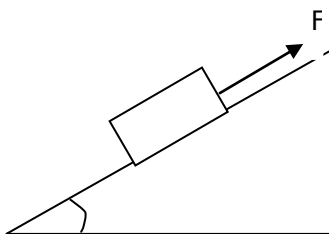


Груз массой 100 кг движется равномерно вверх по наклонной плоскости ($\alpha = 30^\circ$) под действием силы тяги и проходит 80 см. Найти работу силы тяги.

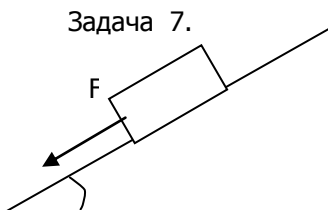
Задача 6.



Естественные науки



Тело массой 100 кг движется равномерно вверх по наклонной плоскости, уклон которой составляет 1 м ($h=1\text{м}$) на каждые 10 м пути ($l=10\text{ м}$). Найти работу силы тяги на пути 20 м, если 1) трения нет; 2) коэффициент трения $\mu = 0,2$.



Задача 7.

Тело массой 100 кг движется под действием силы тяги равномерно вниз по наклонной плоскости, уклон которой составляет 0,5 м на каждые 10 м пути. Найти работу силы тяги на пути 20 м, если коэффициент трения $\mu = 0,3$

Задача 8. Найти работу, которую надо совершить, чтобы сжать (деформировать) пружину на 20 см, если жёсткость пружины $k= 29,4\text{ Н/см}$.

Задача 9. Тело массой 2 кг свободно падает с высоты 15 м. Найти работу, которую совершает сила тяжести.

Задача 10. Найти работу силы тяжести тела массой 10 кг, которое свободно падает: 1) за первую секунду; 2) за вторую секунду; 3) за третью секунду после начала падения.

Задача 11. Тело массой 100 г брошено вертикально вниз с высоты 20 м со скоростью 10 м/с. Тело достигает земли со скоростью 20 м/с (сопротивлением воздуха пренебречь нельзя). Найти работу, совершенную телом против силы сопротивления воздуха.

Задача 12. Подъемный кран поднимает груз массой 1 т с ускорением 2 м/с^2 . Найти работу крана за первые 5 секунд после начала подъема.

Задача 13. Подъемный кран поднимает груз массой 40 кг на высоту 30 м. Найти работу крана, если он поднимает груз:

1. равномерно;
2. равноускоренно с ускорением 5 м/с^2 .



Задача 14. Подъемный кран поднимает груз массой 200 кг равноускоренно на высоту 25 м за 5 с. Найти работу крана, если в начальный момент груз находится в состоянии покоя.

Задача 15. Найти мощность двигателя автомобиля массой 1 т, если известно, что автомобиль движется с постоянной скоростью 36 км/ч, коэффициент трения равен 0,07:

1. по горизонтальной дороге;
2. вверх по наклонной плоскости с уклоном 5 м на каждые 100 м пути;
3. вниз по той же наклонной плоскости.

Задача 16. Найти мощность двигателя автомобиля массой 5 т, который движется равномерно по горизонтальной дороге со скоростью 10 м/с. Коэффициент трения 0,02.

Задача 17. Поезд массой 500 т движется равномерно вверх по наклонной плоскости, уклон который равен 10 м на каждые 1000 м пути, со скоростью 30 км/ч. Коэффициент трения 0,002. Найти мощность электровоза.

Задача 18. Автомобиль массой 2 т движется равномерно вверх по наклонной плоскости с уклоном 4 м на каждые 100 м пути. Коэффициент трения равен 0,08. Найти работу и мощность автомобиля на пути в 3 км, который он прошел за 4 секунды.

Задача 19. Автомобиль массой 1 т движется равномерно вниз по наклонной плоскости, уклон который равен 4 м на каждые 100 м пути, со скоростью 54 км/ч при выключенном двигателе. Найти мощность, которую должен иметь двигатель автомобиля, чтобы автомобиль двигался равномерно вверх по этой наклонной плоскости с той же постоянной скоростью.

Задача 20. Автомобиль массой 8т начинает движение из состояния покоя и движется по горизонтальной дороге равноускоренно. Через 10 секунд после начала движения его скорость становится равной 20 м/с. Найти среднюю мощность двигателя автомобиля, если:

1. трение не учитывать;
2. коэффициент трения 0,05.

Задача 21. На участке пути длиной 2 км скорость поезда



массой 800 т увеличилась с 54 км/ч до 72 км/ч. Найти работу и среднюю мощность электровоза, если коэффициент трения 0,005.

Задача 22. Подъемный кран мощностью 5 кВт за 4 часа работы равномерно поднимает 360 т груза на высоту 10 м. Найти к.п.д. крана.

Задача 23. Подъемный кран за 2 часа работы поднимает равномерно 200 т груза на высоту 28,8 м. Найти мощность двигателя подъемного крана, если к.п.д. 40%.

Раздел 2. Механическая энергия. Закон сохранения механической энергии.

Задача 24. Тело массой 1 кг свободно падает. Найти чему равна кинетическая энергия тела через 5 секунд после начала движения.

Задача 25. Тело массой 2 кг свободно падает с высоты 60 м. Найти кинетическую, потенциальную и механическую энергии тела через 3 секунды после начала движения.

Задача 26. Тело массой 5 кг бросили вниз с высоты 100 м с начальной скоростью 2 м/с. Найти кинетическую и потенциальную энергии тела:

1. через 2 секунды после начала движения;
2. в момент падения на землю.

Задача 27. Тело свободно падает с высоты 40 м. Найти скорость тела в момент, когда его кинетическая и потенциальная энергии равны.

Задача 28. Тело массой 0,1 кг бросили вертикально вверх с начальной скоростью 50 м/с. Найти:

1. кинетическую и потенциальную энергии тела;
2. отношения кинетической энергии к потенциальной через 1 секунду после начала движения.

Задача 29. Тело массой 200 г брошено вверх. Через 4 секунды после начала движения тело упало (вернулось) на землю. Найти кинетическую энергию тела в момент падения на землю и



потенциальную энергию в верхней точке траектории. Построить графики зависимостей $E_{кин} = f(t)$, $E_{пот} = f(t)$, $E_{мех} = f(t)$

Задача 30. Тело массой 1 кг брошено вертикально вверх с начальной скоростью 9,8 м/с. Построить для $0 \leq t \leq 2$ сек. с шагом 0,2 секунды графики зависимостей

$$1. E_{кин} = f(t), E_{пот} = f(t), E_{мех} = f(t);$$

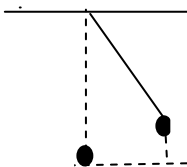
$$2. E_{кин} = f(h), E_{пот} = f(h), E_{мех} = f(h).$$

Задача 31. На тело массой 10 кг действует постоянная сила 5Н. Найти кинетическую энергию тела через 5 секунд после начала действия силы.

Задача 32. Автомобиль начинает движение из состояния покоя и движется равноускоренно в течение 10 секунд. За первые 5 секунд кинетическая энергия тела возросла на ΔE_1 , за следующие 5 секунд кинетическая энергия тела возросла на ΔE_2 .

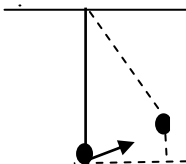
Найти величину отношения ΔE_2 к ΔE_1 $\left(\frac{\Delta E_2}{\Delta E_1} = ? \right)$

Задача 33.



Маятник отклонили на высоту 0,2 м и отпустили. Найти его скорость в точке А.

Задача 34.



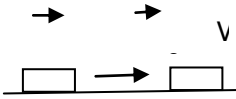
Маятник висит на нити длиной 14,4 м. Какую скорость надо сообщить маятнику в точке А, чтобы он отклонился от вертикали на угол 60° .

Задача 35. Упругая пружина длиной $l_0 = 30$ см деформирована до длины $l = 22$ см. Найти потенциальную энергию деформированной пружины, если известно что жесткость пружины



$k=0,5 \text{ МН/см}$ ($1 \text{ МН}=10^6 \text{ Н}$).

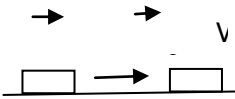
Задача 36.



Машина движется по горизонтальной дороге равнозамедленно с начальной скоростью 72 км/ч . Найти тормозной путь машины, если коэффициент трения $0,3$. ($S_{AB} = ?$)

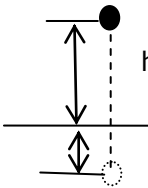
Задача 37. Машина массой 3 т движется со скоростью 36 км/ч . Найти тормозящую силу, которая может остановить тело на расстоянии 50 м .

Задача 38.



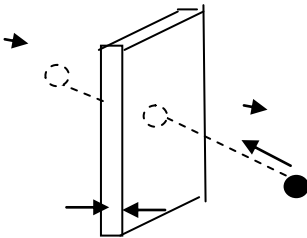
Тело, которому сообщили начальную скорость, движется по льду (скользит) равнозамедленно, проходит путь (тормозной путь) $S_{AB} = 48 \text{ м}$ и останавливается. Найти начальную скорость, если коэффициент трения $0,06$.

Задача 39.



Груз массой 2 кг свободно падает с высоты $h=5 \text{ м}$, достигает земли и проходит в земле до остановки (углубляется) путь $S=5 \text{ см}$. Найти среднюю силу сопротивления земли.

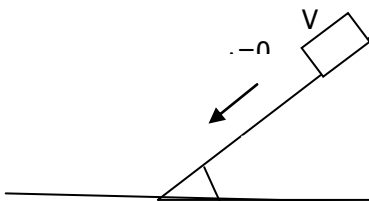
Задача 40.



Пуля массой 10 г летит со скоростью 400 м/с , ударяет в доску толщиной 5 см , пробивает ее. Найти среднюю силу сопротивления доски, если известно, что скорость пули после удара уменьшилась вдвое.

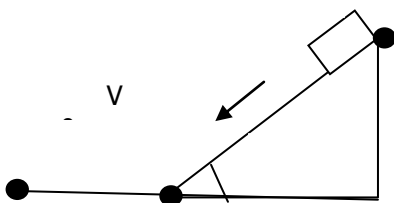


Задача 41.



Тело начинает двигаться вниз (скользить) по наклонной плоскости $\alpha=60^{\circ}$, $AB=l=4$ м из точки А из состояния покоя $V_A=0$. Найти скорость тела в точке В, если коэффициент трения $\mu = 0,1$.

Задача 42.

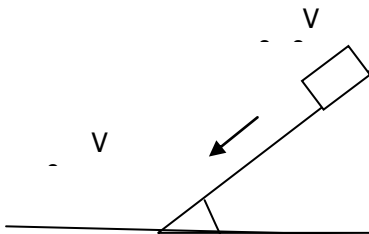


Тело массой 1 кг *начи-
нает двигаться* вниз по наклонной плоскости (*начи-
нает скользить*) $h=AD=1$ м;
 $l=AB=10$ м

из точки А из состояния покоя $V_A=0$. Затем тело движется по горизонтальному участку ВС. В точке С тело останавливается. Коэффициент трения на всём пути ABC считать постоянным и равным 0,05. Найти:

1. кинетическую энергию в точке В;
2. скорость тела в точке В;
3. расстояние ВС.

Задача 43.

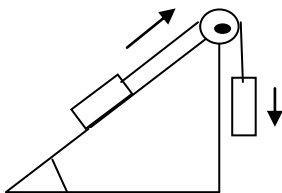


Тело начинает двигаться вниз (скользить) по наклонной плоскости ($AD=h$; $AB=l$) из точки А из состояния покоя, затем тело движется по горизонтальному участку. В точке С тело останавливается. Участок ВС равен L. Найти коэффициент трения, который имеет одинаковое значение на всем пути ABC.

Участок ВС равен L. Найти коэффициент трения, который имеет одинаковое значение на всем пути ABC.



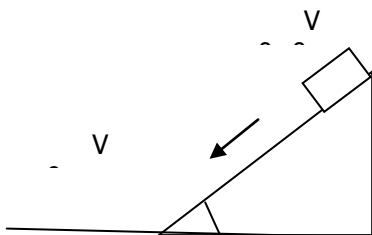
Задача 44.



Тело массой $m_1=150$ кг движется вверх по наклонной плоскости с $\alpha = 30^\circ$ в результате действия груза массой $m_2=100$ кг. Если груз m_2 пройдет путь $S=80$ см, то система из двух тел m_1 и m_2 получит скорость $0,5$ м/с. Найти коэффициент трения

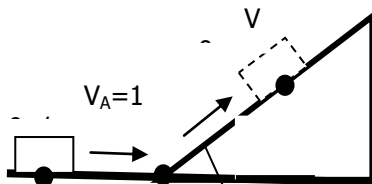
μ .

Задача 45.



Тело сначала движется вниз (скользит) по наклонной плоскости, у которой $h=AD=1,5$ м и $l=AB=2,5$ м, потом тело движется по участку BC. В точке C тело останавливается. Коэффициент трения на всем пути ABC равен $0,04$. Найти расстояние BC и время, за которое тело проходит участок BC.

Задача 46.



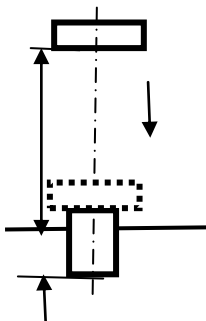
Тело в точке A имеет скорость 10 м/с и продолжает двигаться по инерции сначала по горизонтальному участку $AB=50$ м, затем по наклонной плоскости с $\alpha = 30^\circ$ вверх. В точке C тело останавливается. Коэффициент трения на всем пути ABD равен $0,06$. Найти расстояние BC и время, за ко-

торое тело прошло путь ABC.



Раздел 3. Законы сохранения энергии и импульса.

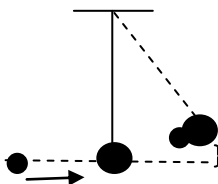
Задача 47.



Груз массой $m_1=400$ кг свободно падает на сваю (тело) массой $m_2=100$ кг с высоты 5 м. В результате удара свая проходит $S=5$ см (углубляется на 5 см в землю). Найти среднюю силу сопротивления земли. Удар неупругий.

Задача 48. Груз массой $m_1=400$ кг свободно падает с высоты $h=1,5$ метра на сваю (тело) масса $m_2=100$ кг. В результате удара свая проходит путь $S=5$ см (углубляется). Найти среднюю силу сопротивления земли и к.п.д. Удар неупругий.

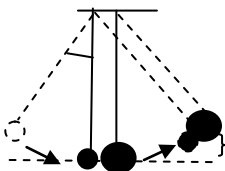
Задача 49.



Пуля массой $m=10$ г. летит горизонтально со скоростью 500 м/с, ударяет в маятник массой $M=1$ кг и остается в нем. На какую высоту поднимается маятник с пулей?

Какая часть механической энергии пули (до удара) превратится в механическую энергию маятника с пулей (после удара).

Задача 50.



Два маятника одинаковой длины 2 м с массой $m=10$ кг и $M=15$ кг расположены так, как указано на рисунке. Маятник с меньшей массой отклонили на угол 60° и отпустили. Найти высоту, на которую поднимутся оба шара после



Естественные науки

удара. Найти величину, на которую уменьшится механическая энергия системы из двух маятников после удара. Удар считать абсолютно неупругим и центральным.

Задача 51. Пуля летит горизонтально, ударяет в маятник и остается в нем. Найти скорость пули до удара, если известно, что масса пули в 1000 раз меньше массы шара, длина маятника 1 м, маятник с пулей после удара отклонился на 10^0 .

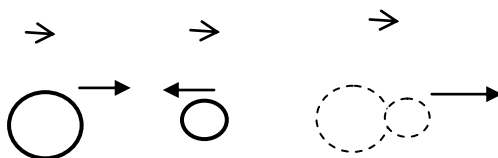
Задача 52. Два маятника одинаковой длины с массами 0,2 кг и 100 г в состоянии покоя соприкасаются друг с другом. Первый маятник отклонили на высоту 4,5 см и отпустили. На какую высоту поднимутся шары после удара, если считать удар центральным и

1. абсолютно упругим;
2. абсолютно неупругим.

Задача 53. Тело массой 5 кг ударяется о неподвижное тело массой 2,5 кг, которое после удара начинает двигаться с кинетической энергией 5 Дж. Найти кинетическую энергию первого тела до и после удара, если считать удар центральным и абсолютно упругим.

Задача 54. Тело массой 5 кг ударяется о неподвижное тело массой 2,5 кг. Кинетическая энергия системы этих двух тел после удара $E_{кин} = 6$ Дж. Найти кинетическую энергию первого тела до удара, если считать удар центральным и абсолютно неупругим.

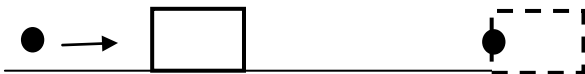
Задача 55.



Два тела движутся навстречу друг другу со скоростью $V_1=2\text{м/с}$, $V_2=4\text{м/с}$ и ударяются абсолютно неупруго. После удара общая скорость тел равна $V=1\text{м/с}$ и совпадает с направлением скорости V_1 . Найти, во сколько раз кинетическая энергия первого тела была больше кинетической энергии второго тела (до удара).



Задача 56.



Пуля массой 10 г летит горизонтально со скоростью 700 м/с и ударяет в тело массой 990 г, которое лежит на горизонтальной поверхности. Пуля остается (застревает) в теле, система тело – пуля скользит по поверхности. Найти путь, который пройдет тело с пулей до остановки, если коэффициент трения между телом и поверхностью равен 0,05.

Задача 57. Пуля массой 20 г летит горизонтально со скоростью 50 м/с и ударяет в маятник длиной 1,5 м и массой 980 г. Найти максимальные высоту и угол отклонения маятника, если считать удар центральным и абсолютно упругим.

Ответы к решениям задач

Раздел №1		Раздел №2		Раздел №3	
№	Ответ:	№	Ответ:	№	Ответ:
1	8 кДж	24	1250 Дж	47	325 кН
2	15 кДж	25	$E_{\text{кин}}=900 \text{ Дж};$ $E_{\text{пот}}=300 \text{ Дж};$ $E_{\text{мех}}=1200 \text{ Дж}$	48	101 кН; 84 %
3	2 кДж	26	242Дж;4768Дж 5010Дж; 0	49	1,25 м; 1/101
4	1,6 кДж	27	20 м/с	50	0,16м;60Дж
5	400 Дж	28	80 Дж;45 Дж; 1,8	51	552 м/с
6	2кДж; 6 кДж	29	40 Дж	52	Упругий удар 0,005м; 0,08м Неупругий удар: 0,02 м
7	5 кДж	31	31,25 Дж		
8	58,8 Дж	32	3		
9	300 Дж	33	2 м/с		
10	500 Дж; 1,5кДж;2,5кДж	34	12 м/с	53	5,62 Дж; 0,62 Дж
11	35 Дж	35	160 кДж	54	7,5 Дж
12	300 кДж	36	$\approx 66,7 \text{ м}$	55	1,25
13	12 кДж;8кДж	37	3 кН	56	49 м



Естественные науки

14	60 кДж	38	$\approx 7,6$ м/с	57	0,2 м; $\approx 30^0$
15	7 кВт; 12 кВт; 2 кВт	39	2,02 кН		
16	10 кВт	40	12 кН		
17	500 кВт	41	8 м/с		
18	7,2 МДж; 1,8 МВт	42	5 Дж; 3,3 Дж; 10 м		
19	12 кВт	43	$\frac{h}{L + \sqrt{l^2 + h^2}}$		
20	160 кВт; 200 кВт	44	0,16		
21	$1,4 \cdot 10^8$ Дж; $1,3 \cdot 10^6$ Вт	45	35,5 м; 13,5 с		
22	50 %	46	$\approx 3,6$ м; 7,3 с= =(6,1+1,2) с		
23	20 кВт				