



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Естественные науки»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к решению задач по физике для иностранных
студентов предвузовского этапа обучения

«МЕХАНИКА

ЧАСТЬ 2»

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 типичных задач с решениями, 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

| | |
|--|----------|
| Задачи с решениями..... | 4 |
| Раздел 1. Работа, мощность. К.П.Д. | 4 |
| Раздел 2. Механическая энергия. Закон сохранения механической энергии. | 8 |
| Раздел 3. Закон сохранения энергии и импульса | 8 |



ЗАДАЧИ С РЕШЕНИЯМИ

Раздел 1. Работа, мощность. К.П.Д.

Задача 1.

Тело массой 40 кг движется равномерно вверх по наклонной плоскости с углом наклона 30 градусов под действием силы тяги Рис. 3,а. Найти работу силы тяги на пути 20 м, если:

1. трения нет;
2. коэффициент трения 0,05.

| | |
|---|--|
| <p>Дано:</p> <p>$m = 40 \text{ кг}$</p> <p>$\alpha = 30^\circ$</p> <p>$S = 20 \text{ м}$</p> <p>$\mu_1 = 0$</p> <p>$\mu_2 = 0,05$</p> <hr/> <p>Найти:</p> <p>$A_1 = ?$, если $\mu = 0$;</p> <p>$A_2 = ?$, если $\mu \neq 0$.</p> | <p>Решение:</p> <p>$F_{\text{тяги}} = F_1 + F_{\text{тр}}$</p> <p>1. $F_{\text{тр}} = 0$; $\mu_1 = 0$;</p> <p>$F_1 = m \cdot g \cdot \text{Sin} \alpha$;</p> <p>$F_{\text{тяги}} = F_1 = m \cdot g \cdot \text{Sin} \alpha$, так как по условию тело движется равномерно, следовательно, ускорение $a = 0$;</p> <p>Работа</p> <p>$A_1 = F_{\text{тяги}} \cdot S = F_1 \cdot S = m \cdot g \cdot \text{Sin} \alpha \cdot S$;</p> <p>$A_1 = 40 \cdot 9,8 \cdot 0,5 \cdot 20 = 3,92 \text{ (кДж)}$.</p> |
|---|--|

$$\begin{aligned}
 &2. F_{\text{тр}} \neq 0; \mu_2 = 0,05; \\
 &N = F_2 = m \cdot g \cdot \text{Cos} \alpha \\
 &F_{\text{тяги}} = F_1 + F_{\text{тр}}; F_{\text{тр}} = \mu \cdot N = \mu \cdot F_2 = \mu \cdot m \cdot g \cdot \text{Cos} \alpha; \\
 &A_2 = F_{\text{тяги}} \cdot S = \\
 &= (m \cdot g \cdot \text{Sin} \alpha + \mu \cdot m \cdot g \cdot \text{Cos} \alpha) \cdot S = m \cdot g \cdot (\text{Sin} \alpha + \mu \cdot \text{Cos} \alpha) \cdot S;
 \end{aligned}$$

$$A_2 = 40 \cdot 9,8 \cdot 20 (\text{Sin} 30^\circ + 0,05 \cdot \text{Cos} 30^\circ) \approx 4,26 \text{ (кДж)}.$$

Ответ: $A_1 = 3,92 \text{ кДж}$; $A_2 = 4,26 \text{ кДж}$.



Естественные науки

Задача 2. Груз массой 5 кг свободно падает с некоторой высоты и достигает поверхности земли за 2,5 секунды. Найти работу силы тяжести.

Дано:
 $m = 5 \text{ кг}$
 $g = 9,8 \text{ м/с}$
 $t = 2,5 \text{ с}$

Найти:
 $A = ?$

Решение:

$$A = F_{\text{тяж}} \cdot S;$$

$$F_{\text{тяж}} = m \cdot g; \quad S = \frac{g \cdot t^2}{2};$$

$$A = m \cdot \frac{g^2 \cdot t^2}{2};$$

$$A = \frac{5 \cdot (9,8)^2 \cdot (2,5)^2}{2} = 1,5 (\text{кДж}).$$

Ответ: $A = 1,5 \text{ кДж}$.

Задача 3. Автомобиль массой 1,5 т движется вниз по наклонной плоскости (мотор выключен, $F_{\text{тяги}}=0$) Рис. 3,б, уклон которой равен 1 м на каждые 20 м пути, с постоянной скоростью 60 км/ч. Найти мощность, которую должен иметь двигатель автомобиля, чтобы автомобиль двигался вверх по этой наклонной плоскости с той же постоянной скоростью (мотор включен, $F_{\text{тяги}} \neq 0$) Рис. 3,а.

Дано:
 $m = 1,5 \text{ т} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ кг}$
 $h = 1 \text{ м}; l = 20 \text{ м};$
 $v_1 = v_2 =$
 $= 60 \text{ км/ч} \approx 17 \text{ м/с}$

Найти: $P = ?$

$$F_{\text{тяги}} - F_1 - F_{\text{тр}} = 0; \quad F_{\text{тяги}} = F_1 + F_{\text{тр}} = 2 \cdot F_{\text{тр}} = 2 \cdot m \cdot g \cdot \sin \alpha;$$

$$P = 2 \cdot m \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot v;$$

$$P = 2 \cdot 1,5 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot 0,05 \cdot 1,7 \approx 25 \text{ (кВт)}.$$

Ответ: $P \approx 25 \text{ кВт}$.

Решение:

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

1-ая ситуация (тело движется вниз равномерно):

$$F_1 - F_{\text{тр}} = 0; \quad F_{\text{тр}} = F_1 = m \cdot g \cdot \sin \alpha;$$

2-ая ситуация (тело движется вверх равномерно):

Задача 4. Машина массой 2 т начинает двигаться из состояния покоя ($v_0=0$) равноускоренно вверх по наклонной плоскости $\sin \alpha = 0,02$ и проходит путь 100 м Рис. 3,а. Найти среднюю



Естественные науки

мощность машины, если в конце пути ее скорость равна 32,4 км/ч коэффициент трения 0,05.

Дано:
 $m = 2 \text{ т} = 2 \cdot 10^3 \text{ кг}$
 $\sin \alpha = 30^\circ$
 $S = 100 \text{ м}$
 $\mu = 0,05$
 $v_0 = 0$
 $v_t = 32,4 \text{ км/ч} = 9 \text{ м/с}$

Найти:
 $P_{\text{ср}} = ?$

Решение:
 $P_{\text{ср}} = F_{\text{тяги}} \cdot v_{\text{ср}}$
 $v_{\text{ср}} = \frac{v_0 + v_t}{2} = \frac{v_t}{2}$;
 $F_{\text{тяги}} - F_1 - F_{\text{тр}} = m \cdot a$; $F_{\text{тяги}} = -F_1 + F_{\text{тр}} + m \cdot a$;
 $F_1 = m \cdot g \cdot \sin \alpha$; $F_2 = m \cdot g \cdot \cos \alpha$;
 $F_{\text{тр}} = \mu \cdot F_2 = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$;
 $F_{\text{тяги}} = m \cdot g \cdot \sin \alpha + \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha + m \cdot a$;
 $a = ?$

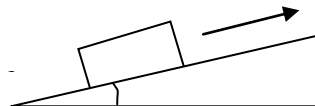
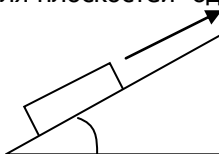
$$\left\{ \begin{array}{l} a = \frac{v_0^2 + v_t^2}{2 \cdot S} = \frac{v_t^2}{2 \cdot S} \\ S = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{a \cdot t^2}{2} \end{array} \right. \quad \left| \quad a = \frac{v_t^2}{2 \cdot S} \right.$$

$$F_{\text{тяги}} = m \cdot g \cdot \sin \alpha + \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha + \frac{v_t^2}{2 \cdot S};$$

$$P_{\text{ср}} = m(g \cdot \sin \alpha + \mu \cdot g \cdot \cos \alpha + \frac{v_t^2}{2 \cdot S}) \cdot \frac{v_t}{2};$$

Ответ: 10 кВт.

Задача 5. Поезд массой 1000 т движется с постоянной мощностью вверх сначала по одной наклонной плоскости с углом наклона α_1 ($\sin \alpha_1 = 0,005$) со скоростью 30 км/ч, потом по по другой наклонной плоскости с углом наклона α_2 ($\sin \alpha_2 = 0,0025$) со скоростью 40 км/ч. Найти силы трения, если коэффициенты трения для плоскостей одинаковы $\mu_1 = \mu_2$.





| | |
|--|---|
| <p>Дано:</p> <p>$m = 1000 \text{ т} = 1 \cdot 10^6 \text{ кг}$</p> <p>$\alpha_1 = 0,005;$</p> <p>$v_1 = 30 \text{ км/ч};$</p> <p>$\alpha_2 = 0,0025;$</p> <p>$v_2 = 40 \text{ км/ч};$</p> <p>$\mu_1 = \mu_2 = \mu;$</p> <p>$P_1 = P_2;$</p> <hr/> <p>Найти: $F_{\text{тр}}^1 = ?$ $F_{\text{тр}}^2 = ?$</p> | <p>Решение:</p> <p>$P_{\text{сд}} = F_{\text{тяги}} \cdot v_{\text{сд}};$</p> <p>По условию $P_1 = P_2$, тогда</p> <p>$F_{\text{тяги}}^1 \cdot v_1 = F_{\text{тяги}}^2 \cdot v_2;$</p> <p>$F_{\text{тяги}}^1 = m \cdot g \cdot \sin \alpha_1 + \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha_1;$</p> <p>$F_{\text{тяги}}^2 = m \cdot g \cdot \sin \alpha_2 + \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha_2;$</p> <p>$m \cdot g (\sin \alpha_1 + \mu \cdot \cos \alpha_1) \cdot v_1 =$ $= m \cdot g (\sin \alpha_2 + \mu \cdot \cos \alpha_2) \cdot v_2;$</p> <p>$\mu = \frac{\sin \alpha_1 \cdot v_1 - \sin \alpha_2 \cdot v_2}{\cos \alpha_2 \cdot v_2 - \cos \alpha_1 \cdot v_1};$</p> <p>$F_{\text{тр}}^1 = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha_1; F_{\text{тр}}^2 = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha_2;$</p> |
|--|---|

Если угол α мал, то по формулам приближённого вычисления

$$\cos \alpha \approx 1; \sin \alpha \approx \alpha,$$

$$F_{\text{тр}}^1 \approx F_{\text{тр}}^2 \approx \mu \cdot m \cdot g \approx$$

$$\approx \frac{\sin \alpha_1 \cdot v_1 - \sin \alpha_2 \cdot v_2}{\cos \alpha_2 \cdot v_2 - \cos \alpha_1 \cdot v_1} \cdot m \cdot g \approx \frac{\alpha_1 \cdot v_1 - \alpha_2 \cdot v_2}{v_2 - v_1} \cdot m \cdot g.$$

Ответ: $F_{\text{тр}} = 50 \text{ кН}$.

Задача 6. Подъёмный кран поднимает груз массой 5 т со скоростью 12 м/с. Найти к.п.д. двигателя, мощность которого равна 12 кВт.

| | |
|--|---|
| <p>Дано:</p> <p>$m = 5 \text{ т} = 5 \cdot 10^3 \text{ кг}$</p> <p>$v = 12 \text{ м/с} = 12 \text{ м/с}$</p> <p>$P_{\text{затр}} = 12 \text{ кВт} = 12 \cdot 10^3 \text{ Вт}$</p> <hr/> <p>Найти: $\eta = ?$</p> | <p>Решение:</p> <p>$\eta = \frac{P_{\text{пол}}}{P_{\text{затр}}} \cdot 100\%;$</p> <p>$P_{\text{пол}} = F_{\text{тяги}} \cdot v; F_{\text{тяги}} = F_{\text{тяж}} = m \cdot g;$</p> <p>$P_{\text{пол}} = m \cdot g \cdot v; \eta = \frac{m \cdot g \cdot v}{P_{\text{затр}}} \cdot 100\%;$</p> <p>Ответ: 81,7%.</p> |
|--|---|



Раздел 2. Механическая энергия. Закон сохранения механической энергии.

Задача 30. Тело массой 2 кг свободно падает в течение 1,43 секунды. Найти кинетическую и потенциальную энергии в средней точке пути. Задачу решить двумя способами.

Задача 31. Пуля массой 24 г летит (движется) со скоростью 400 м/с. Достигает стены и проходит в стене до остановки путь $S=0,5$ м. Найти среднюю силу сопротивления стены.

Задача 32. Тело движется под действием силы тяжести сначала вниз по наклонной плоскости (скользит) с углом $\alpha = 8^\circ$, затем по горизонтальной поверхности ВС. В точке С тело останавливается в результате действия силы трения. Найти коэффициент трения μ , если известно, что $\mu = const$ на всей поверхности АВС и отрезки АВ и ВС равны.

Раздел 3. Закон сохранения энергии и импульса

Задача 56. Пуля массой m летит со скоростью V_0 , ударяет в маятник массой M и остается в нем. На каждую высоту h поднимается маятник с пулей? Чему равна энергия диссипации (потерь)? Чему равно отношение механической энергии до удара к механической энергии после удара системы пуля – маятник?

Задача 67. Два маятника одинаковой длины l с массами m_1 m_2 ($m_1 < m_2$) в состоянии покоя соприкасаются друг с другом. Маятник с массой m_1 отклонили на высоту h_1 и отпустили. Найти высоту, на которую поднимутся оба шара после удара.

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

Задача 58. Два тела движутся в одном направлении. Тело массой 2 кг движется со скоростью 3 м/с и догоняет тело массой 3 кг, которое движется со скоростью 1 м/с. Найти скорости тел после удара, если считать удар центральным и:

1. абсолютно неупругим;
2. абсолютно упругим.