

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Кафедра общей и технической физики

ОБЩАЯ ФИЗИКА
МЕХАНИКА. ДИНАМИКА

*Методические указания для студентов 1го курса и слушателей
подготовительного отделения*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2015

ББК 22.2
Л29

Методические указания по механике является частью цикла методических указаний по физике, предназначенных для абитуриентов, обучающихся на подготовительном отделении и владеющих английским языком, а также иностранных студентов первого курса Национального минерально-сырьевого университета «Горный».

Научный редактор: *Смирнова Н.Н.*

Левин К.Л.

Методические указания для студентов 1^{го} курса и слушателей подготовительного отделения / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост.: *К.Л. Левин* СПб, 2015. 29 с.

INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)

Methodical recommendations cover the major part of traditionally teaching mechanics discipline and satisfy the requirements of high school program. It is dedicated to more rapid learning of Russian language by non-Russian speaking students, and refreshing basics of physics of this subject.

Методическое пособие охватывает большую часть стандартного курса механики и соответствует программе школьного курса. Предназначено для более быстрого изучения русского языка, и повторения основ физики данного раздела.

VOCABULARY WITH FORMULA DEFINITIONS

Словарь с формулами

symbol (обозначение)	name	Название
	Motion	Движение
\vec{F}	Force	Сила
$\vec{P} = m\vec{g}$	Weight	Вес
$\vec{F} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^3} \cdot \vec{r}$	attraction force (gravity force)	сила тяготения (гравитационная сила)
$\vec{F}_m = \vec{F} - \vec{F}_y$	force of attraction	сила тяжести
$\vec{F}_{mp} = -\mu\vec{N}$	dynamic sliding friction force	динамическая сила трения-скольжения
μ	coefficient of dynamic friction	коэффициент динамического трения
$\vec{F}_y = \vec{a}_y \cdot m$	centripetal force	центростремительная сила

$\vec{F} = -k\vec{r}$	elastic force	<i>сила упругости</i>
k	elastic constant	<i>коэффициент упругости</i>
\vec{p}	Momentum	<i>Импульс</i>
$\vec{F} \cdot t$	impulse of a force	<i>импульс силы</i>
A	work performed by the constant force	<i>работа постоянной силы</i>
P	Power	<i>Мощность</i>
E	Energy	<i>Энергия</i>
E_k	kinetic energy	<i>кинетическая энергия</i>
E_n	potential energy	<i>потенциальная энергия</i>
$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{затр}}} = \frac{P_{\text{пол}}}{P_{\text{затр}}}$	efficiency coefficient	<i>Коэффициент полезного действия</i>
Δx	finite change in x	<i>конечное изменение x</i>
dx	infinitesimal change in x; differential of x	<i>бесконечно малое изменение x; дифференциал x</i>
dx/dt	first derivative of x with respect to t	<i>первая производная от x по t</i>
\vec{a}	Acceleration	<i>Ускорение</i>
m	Mass	<i>Масса</i>
$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$	unit vectors of axes x, y, z	<i>единичные (базисные) вектора осей координат x, y, z</i>
\vec{a}_n	centripetal acceleration	<i>центростремительное ускорение (нормальное)</i>

SUBJECT OF DYNAMICS (ПРЕДМЕТ ДИНАМИКИ)

Dynamics is a branch of physics and a subdivision of classical mechanics concerned with the motion of a body or a system of bodies with consideration of the forces \vec{F} involved.

Динамика это часть физики и раздел классической механики связанный с движением тела или системы тел с учетом сил \vec{F} , его вызывающих.

FORCE (СИЛА)

Force, in mechanics is any action that tends to maintain or alter the motion of a body.

Сила в механике это любое действие, которое стремится поддерживать или изменять движение тела.

Force describes quantitatively the interaction between two physical bodies.

Сила количественно описывает взаимодействие между двумя физическими телами.

The force \vec{F} has got magnitude and direction, as it is a vector quantity.

Сила \vec{F} имеет величину и направление, так как она является векторной величиной

The magnitude of vector force $|\vec{F}|$ is measured in Newtons:

$[\vec{F}] = N$. Модуль вектора силы $|\vec{F}|$ измеряется в Ньютонах: $[\vec{F}] = H$.

Contact force is defined as the force exerted when two physical objects come in direct contact with each other.

Контактная сила, определяется как сила, действующая,

когда два физических объекта, вступают в непосредственный контакт друг с другом.

Other forces, such as gravitation and electromagnetic, can exert themselves even across the empty vacuum space.

Другие силы, такие как гравитационная и электромагнитная, могут проявлять себя даже через пустые безвоздушные пространства.

Mass is the measure of inertia possessed by an object.

Масса это мера инерции, которой обладает объект.

The concept of force \vec{F} is commonly explained in Newton's three laws of motion suggested in his *Principia Mathematica* (1687).

Понятие силы \vec{F} обычно объясняется в трех законах движения Ньютона, изложенных в его Principia Mathematica (1687).

NEWTON LAWS (ЗАКОНЫ НЬЮТОНА)

According to Newton's first principle, a body that is at rest or moves towards straight line in uniform manner (without acceleration) will remain in that state until some force \vec{F} will be applied to it.

Согласно первому закону Ньютона, тело, которое находится в покое или движется с постоянной скоростью (без ускорения) по прямой линии, будет оставаться в этом состоянии, пока какая-либо сила не будет приложена к нему.

Property of bodies to conserve their state of instantaneous motion or resting (the absence of motion) is called inertia.

Свойство тел сохранять состояние равномерного прямолинейного движения или покоя называется инерцией.

Reference systems where 1st Newton's law holds is called inertial reference systems.

Система отсчета, относительно которой выполняется 1^й закон Ньютона называется инерциальной системой отсчета.

If reference system moves relatively to inertial reference system with acceleration, it belongs to non-inertial reference systems.

Если система отсчета движется по отношению к

инерциальной системе с ускорением, то она относится к неинерциальным системам отсчёта.

The second law states that when an external force \vec{F} acts on a body, it produces an acceleration (change in velocity) in the direction of the force \vec{F} .

Второй закон утверждает, что когда внешняя сила \vec{F} действует на тело, оно ускоряется (изменяет скорость) в направлении действия силы \vec{F} .

The acceleration \vec{a} is directly proportional to the external force and inversely proportional to the mass.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Ускорение \vec{a} прямо пропорционально величине внешней силы \vec{F} и обратно пропорционально массе.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

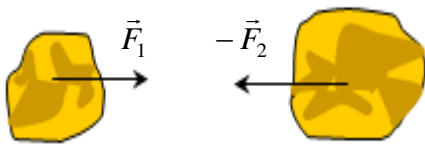


Рис. 1

Newton's third law states that when first body exerts a force \vec{F}_1 on second body, the second body exerts an equal force \vec{F}_2 on the first body, and those forces belong to the same line.

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Третий закон Ньютона утверждает, что, когда первое тело оказывает силовое воздействие \vec{F}_1 на второе тело, второе тело действует с равной по модулю силой \vec{F}_2 на первое тело, эти силы лежат на одной прямой и противоположно направлены.

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Force impulse is a vector quantity equal to force multiplied by time of its action $\vec{F}dt$.

Импульсом силы называется векторная физическая величина, равная произведению силы на время её действия $\vec{F}dt$.

Force impulse unit in SI: $1 \text{ N}\cdot\text{s} = 1 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$.

Единица измерения импульса силы в СИ – $1 \text{ Н}\cdot\text{с} = 1 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$.

MOMENTUM (ИМПУЛЬС)

Momentum (body impulse) is a vector physical quantity equal to velocity multiplied by mass:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}.$$

Импульсом (импульсом тела) называется векторная физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}.$$

Impulse units are the same as force impulse: $\text{kg}\cdot\text{m/s}$.

Размерность импульса тела такая же, как и импульса силы: $\text{кг}\cdot\text{м/с}$.

$$\vec{F} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

$$\vec{F}dt = d(m\vec{v})$$

Elementary force impulse $\vec{F}dt$ is numerically equal to elementary impulse change $d\vec{p}$.

Элементарный импульс силы $\vec{F}dt$ численно равен элементарному изменению импульса тела $d\vec{p}$.

GRAVITY (ГРАВИТАЦИЯ)

Attraction force (gravity force) – is a force which obeys the gravity law:

$$\vec{F} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^3} \cdot \vec{r}$$

where m_1 —mass of a body, m_2 —mass of the Earth, $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$, r – distance between bodies (between their centers of masses).

Сила тяготения (гравитационная сила) - это сила притяжения, которая подчиняется закону всемирного тяготения.

$$\vec{F} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^3} \cdot \vec{r} \quad (*)$$

где m_1 – масса тела, m_2 - масса Земли, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$, r – расстояние между телами (их центрами **масс**).

Projection of force at selected displacement direction:

$$F_r = G \frac{mM}{r^2}$$

Проекция силы на выбранное направление перемещения будет равна:

$$F_r = G \frac{mM}{r^2}$$

For body located at heights r above the Earth's surface it is true that $r=R+h$, where R – the Earth's radius, h – elevation above the Earth's surface:

$$\vec{F} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{(R+h)^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

Для тела, находящегося над поверхностью Земли, $r=R+h$, где R - радиус Земли, h - высота тела над Землёй:

$$\vec{F} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{(R+h)^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

Force of attraction \vec{F}_m - force with which not moving body is attracted by the Earth is equal to vector difference between the force of gravity \vec{F} and centripetal force \vec{F}_u , caused by diurnal Earth's movement.

Сила тяжести \vec{F}_m - сила, с которой покоящееся тело притягивается Землёй, равна векторной разности между силой тяготения этой материальной точки к Земле \vec{F} и центростремительной силой \vec{F}_u , вызванной суточным вращением Земли.

$$\begin{aligned}\vec{F}_m &= \vec{F} - \vec{F}_u \\ F_u &= a_u \cdot m \\ a_u &= \frac{v^2}{R} \quad v = \omega \cdot R \\ F_u &= m\omega^2 R \cdot \cos \varphi\end{aligned}$$

where m – mass, ω - angle velocity of diurnal Earth rotation, φ - geographical latitude of observation point, географическая широта места наблюдения.

где m – масса точки, ω - угловая скорость суточного вращения Земли, φ - географическая широта места наблюдения.

GRAVITY ACCELERATION (УСКОРЕНИЕ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ)

Acceleration caused by gravity is:

$$\vec{g} = \vec{F} / m_1 (**)$$

Ускорение, вызванное силой тяжести:

$$\vec{g} = \vec{F} / m_1 (**)$$

Under the influenced of attraction force all bodies fall at certain observation point with equal acceleration \vec{g} , which is called “accelerating of free falling”.

Под действием силы притяжения к земле все тела падают в данном месте земного шара с одинаковым ускорением \vec{g} , называемым ускорением свободного падения.

Close to the Earth’s surface (*) и (**) are approximately equal.

Близко к поверхности Земли (*) и (**) приблизительно равны.

From (*) and (**) it is followed that:

$$\vec{g} = -\frac{Gm_2}{r^3} \cdot \vec{r}$$

Из формул (*) и (**) следует:

$$\vec{g} = -\frac{Gm_2}{r^3} \cdot \vec{r}$$

In scalar form:

$$g = G \cdot m_2 / (R+h)^2$$

В скалярной форме:

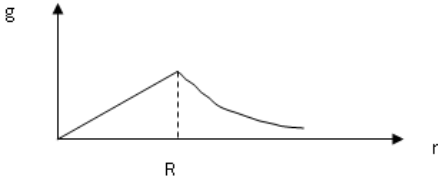


Рис. 2

$$g = G \cdot m_2 / (R+h)^2$$

Если $h=0$ то

$$g = G \cdot m_2 / R^2$$

Upon penetrating inside Earth:

$$g = G \frac{4}{3} \pi \cdot \rho \cdot r$$

При проникновении вглубь Земли:

$$g = G \frac{4}{3} \pi \cdot \rho \cdot r$$

where ρ - Earth density.

где ρ - плотность Земли.

WEIGHT (ВЕС)

Weight – force with which body, due to attraction to Earth, presses the bracket or pulls the suspension thread:

$$\vec{P} = m\vec{g}$$

Вес - сила, с которой тело, вследствие притяжения к Земле, действует на опору или натягивает нить подвеса.

$$\vec{P} = m\vec{g}$$

Force of gravity is equal to weight only if acceleration of a body relatively to Earth is equal to zero which means that body relatively to Earth is still or moves with constant velocity.

Сила тяжести равна весу тела только в том случае, когда ускорение тела относительно Земли равно нулю, т.е. когда тело относительно Земли неподвижно или движется с постоянной скоростью.

Under conditions of free falling weight is equal to zero which means that it attains the condition of weightlessness.

При свободном падении тела вес этого тела равен нулю, т.е. оно находится в состоянии невесомости.

ELASTIC FORCE (*СИЛА УПРУГОСТИ*)

Elastic force arises a result of interaction between bodies followed from their deformation.

Сила упругости возникает в результате взаимодействия тел, сопровождающегося их деформацией.

Elastic (quasi-elastic) force is proportional to particle displacement from the position of equilibrium and is directed to the position of equilibrium:

$$\vec{F} = -k\vec{r}$$

Упругая (квазиупругая) сила пропорциональна смещению частицы из положения равновесия и направлена к положению равновесия:

$$\vec{F} = -k\vec{r}$$

where, \vec{r} – radius-vector радиус which characterizes particles displacement from the equilibrium position, k – elastic coefficient.

где, \vec{r} - радиус-вектор, характеризующий смещение частицы из положения равновесия, k - упругость.

According to Hook's law, the x-projection of elasticity is equal to:

$$F = -kx,$$

По закону Гука проекция упругости на ось x равна:

$$F = -kx,$$

where x – contraction or expansion, k – tension coefficient.

где x – сжатие (растяжение) пружины; k – жесткость пружины.

If applied force is less than a certain magnitude, under conditions of friction force, movement does not occur.

Если приложенная к телу сила меньше некоторой величины, то при наличии силы трения, движение вызвать невозможно.

Force acting between surfaces in mechanical contact with each other is called force of static friction.

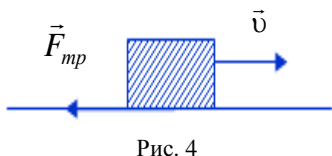
Силу, действующую между поверхностями соприкосновения в

этом случае, называют силой трения покоя.

If magnitude of applied force exceeds this force, sliding of one body towards the surface of another body occurs.

Если величина приложенной к телу силы больше этой величины, то возникает скольжение тела по поверхности другого тела.

FRICITION FORCE (СИЛА ТРЕНИЯ)



Friction force is directed tangentially to friction surfaces to the direction opposite to the direction of moving of one body relatively to another.

$$F_{тр} = -kN$$

Сила трения направлена по касательной к трущимся поверхностям в сторону, противоположную движению данного тела относительно другого.

$$F_{тр} = -kN$$

where k – friction coefficient depending on nature and condition of touching surfaces, N – force of normal pressure which presses friction surfaces towards each other.

где k - коэффициент трения скольжения, зависящий от природы и состояния соприкасающихся поверхностей; N - сила нормального давления, прижимающая трущиеся поверхности друг к другу.

WORK (РАБОТА)

Elementary small work produced by force is defined as scalar product of force times elementary displacement $d\vec{r}$ (Рис. 5).

$$dA = (\vec{F} \cdot d\vec{r})$$

Элементарно-малая работа силы измеряется скалярным произведением силы на малое перемещение $d\vec{r}$ (Рис. 5).

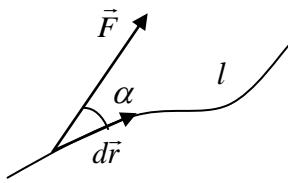


Рис. 5

$$dA = (\vec{F} \cdot d\vec{r})$$

or или:

$$dA = F \cdot dr \cdot \cos \alpha$$

where α - angle between the direction of force and displacement.

где α - угол между направлениями силы и

перемещения.

Total work at entire curvature is equal to:

$$A = \int_l F_r dr$$

Полная работа на всем пути будет равна:

$$A = \int_l F_r dr$$

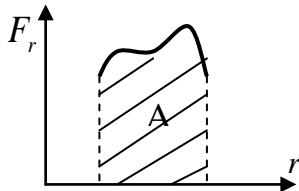


Рис.6

where $F_r = F \cdot \cos \alpha$ projection of force at the displacement direction.

где $F_r = F \cdot \cos \alpha$ - проекция силы на направление перемещения.

Graphically work created by force is numerically equal to the area shaded in fig. 6, where abscises axes is displacement, ordinate axes is force

projection equal to A .

Графически работа силы численно равна площади, заштрихованной на рис.2, где по оси абсцисс отложена длина пути, а по оси ординат проекция силы, т.е. величина A .

If force projection does not change at the entire way length:

$F_r = F \cdot \cos \alpha = const$, than work at the entire way will be equal to:

$$A = F_r l = Fl \cos \alpha ,$$

where l – distance traveled by body.

Если проекция силы не изменяется на всем пути, т.е. $F_r = F \cdot \cos \alpha = \text{const}$, то тогда работа на всем пути будет равна:

$$A = F_r l = Fl \cos \alpha ,$$

где l – путь, пройденный телом.

Work is scalar quantity.

Работа является скалярной величиной.

$90^\circ > \alpha$ – work is achieved by applied force and $A > 0$.

$90^\circ > \alpha$ – работа совершается самой приложенной силой и $A > 0$.

$\alpha > 90^\circ$ - work is achieved against applied force and $A < 0$,

$\alpha > 90^\circ$ - работа совершается против приложенной силы и $A < 0$

$\alpha = 90^\circ$ - work is equal to zero ($A = 0$).

$\alpha = 90^\circ$ - работа равна нулю ($A = 0$).

In SI units system unit for work is Joule, acronym for Joule is J .

Единица измерения работы в СИ: 1 Джоуль = 1 Н·м, сокращенное обозначение – Дж.

POWER (МОЩНОСТЬ)

Instantaneous power is quantity equal to ratio of elementary work dA to elementary time dt .

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{\vec{F} d\vec{r}}{dt} = \vec{F} \vec{v}$$

Мгновенная мощность P есть величина, равная отношению элементарной работы dA к элементарно малому промежутку времени dt , за который эта работа совершается:

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{\vec{F}d\vec{r}}{dt} = \vec{F}\vec{v}.$$

Unit for power in SI is Watt: 1 W = 1 J/s.

Единица измерения мощности в СИ (Ватт): 1 Вт = 1 Дж/с.

If any mechanism is designated for making mechanical work (for example for lifting weights), usually total work exceeds the useful one.

Если какой либо механизм предназначен для выполнения механической работы (например, для подъема тяжестей), то обычно не вся затраченная работа является полезной.

Some part of work is spent to overcome friction force. To account for this friction coefficient is used.

Некоторая часть работы затрачивается на преодоление сил трения. Для учета силы трения используется коэффициент трения.

EFFICIENCY (КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ)

In order to evaluate the efficiency of work efficiency coefficient is used.

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{затр}}} = \frac{P_{\text{пол}}}{P_{\text{затр}}}$$

where $A_{\text{пол}}, P_{\text{пол}}$ - useful work and power, respectively; $A_{\text{затр}}, P_{\text{затр}}$ - spent work and power, respectively.

Для того чтобы оценить эффективность работы, используют коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{A_{\text{пол}}}{A_{\text{затр}}} = \frac{P_{\text{пол}}}{P_{\text{затр}}},$$

где $A_{\text{пол}}, P_{\text{пол}}$ – полезные работа и мощность соответственно;

$A_{\text{затр}}, P_{\text{затр}}$ – затраченные работа и мощность соответственно.

ENERGY (ЭНЕРГИЯ)

Energy is the universal measure of different forms of matter motion.

Универсальной количественной мерой различных форм движения материи является энергия.

Each form of matter's motion: mechanical, inner, nuclear or another can be attributed to certain form of energy.

В соответствии с различными формами движения материи говорят о различных видах энергии - механической, внутренней, ядерной и др.

Due to interaction, forms of movement can change, for example, bodies in friction increase temperature, forms of energy also change: mechanical energy is transformed to inner one.

В процессе взаимодействия тел, формы движения материи могут изменяться, например, при трении тела нагреваются, при этом изменяется и вид энергии, т.е. механическая энергия переходит во внутреннюю.

Change in the form of energy is related to creation of work.

Изменение вида энергии обусловлено действием на тело сил и связано с совершением работы.

Energy is a physical quantity that characterizes the ability of a body to create work.

Энергией называется физическая величина, характеризующая способность тела совершать работу.

Physical meaning of work is in the fact that if bodies' energy is changed, than work created is equal to work made on body by external forces.

Физический смысл работы состоит в том, что если изменяется энергия тела, то изменение энергии равно работе совершаемой над телами внешними силами.

By other words, work is a measure of energy change.

Работа – мера изменения энергии.

POTENTIAL AND KINETIC ENERGY (ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ И КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ)

Potential and kinetic energy are the most valuable kinds of energy in mechanics.

В механике различают два вида энергии потенциальную и кинетическую.

Potential energy is a part of energy of mechanical system depending on its configuration, which is mutual position of system's particles and their location in a field of external potential forces (usually gravitational or electric).

Потенциальной энергией называют часть энергии механической системы, зависящей от её конфигурации, т.е. от взаимного расположения частиц системы и их положения во внешнем силовом потенциальном поле (обычно гравитационном или электрическом).

When body of mass m falls from heights h , gravity makes work, which magnitude depends on the initial and final body location that is heights h . Work is equal to mgh .

При падении тела массой m , с высоты h , сила тяжести совершает работу, величина которой зависит от начального и конечного положения тела, т. е. высоты h , и равна mgh .

Consequently, body elevated at certain heights attains potential energy, which is equal to the work that gravity has to make for the elevation to its position:

$$E_n = mgh$$

Следовательно, тело, поднятое на некоторую высоту, обладает потенциальной энергией, равной той работе, которую совершает сила тяжести, когда тело достигает конечного положения:

$$E_n = mgh$$

Elastic spring pulled to length x attains potential energy:

$$F_{\text{уп}} = -kx$$

Упругая пружина, растянутая на длину x , обладает потенциальной энергией:

$$F_{\text{упр}} = -kx.$$

According to Newton's 3rd law, pulling spring requires force $F = kx$

По третьему закону Ньютона для растяжения пружины нужно приложить силу $F = kx$

$$A = \int_0^x F dx = \int_0^x kx dx = \frac{kx^2}{2}$$

Potential forces work is equal to decrease of the potential energy of the system:

$$dA = -dE_n$$

Работа потенциальных сил равна убыли потенциальной энергии системы:

$$dA = -dE_n$$

Kinetic energy is energy, which depends on the speed of bodies movements.

Кинетической энергией называют энергию, зависящую от скорости движения тела

Any moving body is capable of creating work.

Всякое движущееся тело может произвести работу.

Kinetic energy is defined by work which can be created by body moving at a certain speed.

Кинетическая энергия определяется работой, которую может совершать тело в следствии того, что оно обладает определённой скоростью.

Work is equal to kinetic energy change

Работа равна изменению кинетической энергии тела.
Kinetic energy of body moving with speed v is equal to:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Кинетическая энергия тела, движущегося со скоростью v , равна:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

LAW OF MECHANICAL ENERGY CONSERVATION (ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ)

Law of mechanical energy conservation can be formulated as:

$$E = E_k + E_n = const$$

Закон сохранения механической энергии формулируется:

$$E = E_k + E_n = const$$

For conservative systems where there is no conversion of mechanical energy to another forms of energy (no friction, or other forces, which depend on speed), total energy of moving system is constant.

Для консервативных систем, в которых не происходит преобразование механической энергии в другие формы (нет трения и других сил, зависящих от скорости), полная энергия системы при её движении остаётся неизменной.

PROBLEMS (ЗАДАЧИ)

1. Тело массой 1 кг движется по горизонтальной поверхности. Коэффициент трения $\mu = 0,1$. Чему равна сила трения, действующая на тело? (ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2)

Body of mass 1 kg is sliding at horizontal surface. Friction coefficient is $\mu = 0,1$. Determine friction force which is applied to body. (acceleration of free falling take as 10 m/s^2)

2. Тело массой в 1 кг, движущееся горизонтально со скоростью 1 м/с, догоняет второе тело массой 0,5 кг и не упруго сталкивается с ним. Какую скорость получают тела, если: 1) второе тело стояло неподвижно; 2) второе тело двигалось со скоростью 0,5 м /с в направлении, противоположном направлению первого тела.

Body of 2 kg mass moving horizontally at 1 m/s, speed reaches the 2nd body of 0,5kg mass and collides with it in inelastic way. Which speed will attain bodies if: 1) the 1st body was still before collision; 2) 2nd body was moving with speed 0,5 буксировке.

Trolley is towing horizontally at a constant speed 5 m/s in the direction of the 1st body.

3. Вагонетку при буксировке тянут горизонтально с постоянной скоростью 5 м/с. Натяжение троса равно 600 Н. Какая работа совершается при перемещении вагонетки на расстояние 1,5 км? Определить мощность, развиваемую при буксировке.

Trolley is towing horizontally at a constant speed 5 m/s. Rope tension is 600 N. What work has to be done to move trolley to 1,5 km distance? Determine power developed during towing.

4. Дрезина массы $m = 500 \text{ кг}$ движется по горизонтальному прямолинейному участку дороги со скоростью $v_0 = 90 \text{ км/ч}$. В некоторый момент времени двигатель выключают. Считая, что сила сопротивления движению определяется формулой $R = 20t^3 \text{ (Н)}$, определить время и путь, пройденный дрезиной от момента выключения двигателя до остановки.

5. На точку веса $50 H$, движущуюся из состояния покоя по горизонтальной прямой Ox , действует в направлении этой оси сила $F(t) = 5t^2 (H)$. Кроме того, на нее действует сила трения. При движении эта сила равна $0.5 H$. Определить момент времени, когда началось движение точки, и найти уравнение ее движения. Считать, что коэффициенты трения покоя и скольжения равны.

6. Коэффициент трения лыж о снег при движении лыжника по склону горы вниз $f = 0.1$, угол склона 45° , а его длина $100 м$. Определить время спуска и скорость лыжника в конце склона, если в начале она была равна нулю. Сопротивлением воздуха пренебречь.

7. Автомобиль веса $9.81 кН$ движется по горизонтальной прямолинейной дороге. В начальный момент его скорость равна $72 км/ч$. Затем сила тяги двигателя непрерывно увеличивается пропорционально времени: $F = 180t (H)$. Найти скорость автомобиля через $10 с$ и расстояние, которое он пройдет за это время, если на него действует еще и постоянная сила трения с коэффициентом трения $f = 0.1$.

8. Хоккеист сообщает шайбе прямолинейное движение. Коэффициент трения шайбы о лед $f = 0.05$. Чему была равна начальная скорость шайбы, если она прошла до остановки $50 м$? За какое время шайба прошла это расстояние? Сопротивлением воздуха пренебречь. 18. Стальная проволока выдерживает груз массой до $400 кг$ при равномерном подъеме. С каким наибольшим ускорением можно поднять груз массой $360 кг$, подвешенный на этой проволоке, чтобы она не оборвалась?

9. Камень, пущенный по горизонтальной поверхности льда со скоростью $2 м/с$, прошел до полной остановки расстояние $20,4 м$. Найти коэффициент трения камня по льду, считая его постоянным.

10. Тело массой $1 кг$ лежит на горизонтальной плоскости. Ко-

коэффициент трения 0,1. На тело действует горизонтальная сила. Найти силу трения для двух случаев, когда горизонтальная сила равна 0,5 и 2 Н.

11. Два груза массами $m_1 = 200$ г и $m_2 = 300$ г связаны между собой динамометром и покоятся на горизонтальной поверхности. К грузам приложены две противоположно направленные, горизонтальные силы: к первому $F_1 = 1H$, ко второму $F_2 = 2H$. В результате система тел начала двигаться по поверхности. Что при этом показывает динамометр?

12. Тележка массой 50 кг движется со скоростью 2 м/с по гладкой горизонтальной поверхности. На тележку с высоты 20 см падает груз массой 50 кг и остается на ней. Найти количество выделившейся теплоты.

13. Автомобиль веса 10 кН движется по горизонтальному прямолинейному участку дороги со скоростью $v_0 = 60$ км/ч. В некоторый момент двигатель выключают. Считая, что сопротивление движению определяется формулой $R = 20t^2$ (Н), определить время, за которое скорость автомобиля уменьшилась в 2 раза, и пройденный автомобилем путь от момента выключения двигателя.

14. Пуля вылетела из вертикального ствола винтовки со скоростью v_0 и попала в самолет, летевший по горизонтали со скоростью $v_1 = 800$ м/с на высоте $h = 500$ м и находившийся в момент выстрела на расстоянии 300 м от места попадания пули в самолет. Какова была начальная скорость пули? Сопротивлением воздуха пренебречь.

15. Автомобиль массы $m = 3000$ кг движется со скоростью 60 км/ч по горизонтальной прямолинейной дороге. Затем сила тяги двигателя увеличивается пропорционально времени: $F = 200t$ (Н).

Найти момент времени, когда скорость автомобиля увеличится в 2 раза, и расстояние, которое он пройдет за это время, если на него действует сила трения с коэффициентом трения $f = 0.2$.

16. Хоккеист сообщает шайбе прямолинейное движение. Чему была равна начальная скорость шайбы, если она прошла до остановки 60 м ? За какое время шайба прошла это расстояние, если коэффициент трения шайбы о лед $f = 0.1$? Сопротивлением воздуха пренебречь.

17. Вагон массы $m = 500 \text{ кг}$ двигался по горизонтальному прямолинейному участку дороги с начальной скоростью $v_0 = 20 \text{ м/с}$. Затем на него начала действовать сила сопротивления $R = 20t^2 \text{ (Н)}$. Определить время и путь, пройденный вагоном до остановки.

18. Автомобиль веса 9.81 кН движется со скоростью 60 км/ч по горизонтальной прямолинейной дороге. Затем сила тяги двигателя непрерывно увеличивается пропорционально времени: $F = 200t \text{ (Н)}$. Найти скорость автомобиля через 5 с и расстояние, которое он пройдет за это время, если на него действует постоянная сила трения с коэффициентом трения $f = 0.2$.

19. Материальная точка массы $m = 4 \text{ кг}$ движется прямолинейно под действием силы $F = 20t \text{ (Н)}$. В начальный момент она имела скорость $v_0 = 20 \text{ м/с}$. Найти уравнение движения точки и ее скорость в момент времени $t = 3 \text{ с}$.

20. Тяга двигателя ракеты при вертикальном старте возрастает согласно закону $F = 2.5t^2 \text{ (кН)}$, масса ракеты 10000 кг . Считая силу тяжести постоянной и пренебрегая сопротивлением воздуха, найти закон движения ракеты.

21. Тяжелая точка поднимается по негладкой наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтом. В начальный

момент ее скорость $v_0 = 25 \text{ м/с}$. Коэффициент трения $f = 0.1$. Какой путь пройдет точка до остановки? За какое время точка пройдет этот путь?

REFERENCES (БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК)

1. Варшавский С. П., Макасюк И. В. Рязанцева О.Л. Смирнова Н.Н. Общая физика. Механика. Сборник задач. СПб.: СПГГИ, 2000.
2. Мустафаев А.С., Варшавский С.П., Корольков А.П. Физика. Практические занятия. Учебное пособие. //, СПб.: СПГГИ (ТУ), 2005, 119 С.
3. Савельев И.В. Курс физики. Т. 1-3. СПб., М.: Издательство «Лань», 2008
4. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Высшая школа, 2009.
5. Детлаф А.А., Яворский Б .М. Курс физики. М.: Высшая школа, 2009.
6. Федеральный портал «Российское образование»
<http://www.edu.ru/>
7. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
8. Энциклопедия «Британика» <http://www.britannica.com>
9. Сайт <http://physics.about.com>

FUNDAMENTAL PHYSICAL CONSTANTS
(ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ)

Names	Название	sym -bol	Величина	Units	Размер- ность
Speed of light	Скорость света	C	$2,9979 \cdot 10^8$	m/s	м/с
Gravitational constant	Гравитационная постоянная	G	$6,6726 \cdot 10^{-11}$	$N \cdot m^2/kg^2$	m^2/kg
Planck constant	Постоянная Планка	h	$6.6261 \cdot 10^{-34}$	J·s	Дж·с
Mass of electron	Масса электрона	m_e	$9,1093 \cdot 10^{-31}$	kg	кг
Boltzmann constant	Постоянная Больцмана	k	$1,3806 \cdot 10^{-23}$	J/K	Дж/К
Avogadro number	Число Авогадро	N_A	$6.022 \cdot 10^{23}$	Molecules/mol	Молекул/моль
Gas constant	Газовая постоянная	R	8.3145	J/mol·K	Дж/моль·К

СОДЕРЖАНИЕ:

Introduction (<i>Введение</i>).....	3
Subject of Dynamics (<i>Предмет динамики</i>).....	5
Force (<i>Сила</i>).....	5
Newton laws (<i>Законы Ньютона</i>).....	6
Momentum (<i>Импульс</i>).....	8
Gravity (<i>Гравитация</i>).....	9
Gravity acceleration (<i>Ускорение силы тяжести</i>).....	10
Weight (<i>Вес</i>).....	12
elastic force (<i>Сила упругости</i>).....	13
Friction force (<i>Сила трения</i>).....	14
Work (<i>Работа</i>).....	14
Power (<i>Мощность</i>).....	16
Efficiency (<i>Коэффициент полезного действия</i>).....	17
Energy (<i>Энергия</i>).....	18
Potential and kinetic energy (<i>Потенциальная и кинетическая энергия</i>).....	19
Law of mechanical energy conservation (<i>Закон сохранения механической энергии</i>).....	21
Problems (<i>Задачи</i>).....	22
References (<i>Список литературы</i>).....	27
Fundamental Physical Constants (<i>Фундаментальные физические постоянные</i>).....	28