

✓ Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея

Инерциальная система отсчета

Ученые еще много тысяч лет назад пришли к выводу, что все объекты вокруг нас ленивые, поэтому стремятся к тому, чтобы находится в состоянии покоя. Чтобы тело начало двигаться, к нему следует приложить силу. Но в том случае, когда её убирают, тело снова стремится стать неподвижным.

Для изучения причин, в результате которых тело начало двигаться, используют законы динамики.

Все законы, которые изучаются в школе, справедливы для инерциальных систем отсчета (ИСО).

ИСО - это такие системы, в которых тела неподвижны или имеют постоянную скорость, если к ним не прикладывается сила, или равнодействующая их равна нулю

Движение тела, сохраняющее свою скорость, называется движением по инерции.

ФВ, что характеризует инертные свойства тела, называется **массой**.

✓ I закон Ньютона

Если в ИСО тело неподвижно или движется равномерно и прямолинейно, то на него не действуют силы или же они уравновешены.

Данный закон еще называется законом инерции.

Это означает, что все тела начинают двигаться с ускорением только в тех случаях, когда на них действуют другие объекты системы.

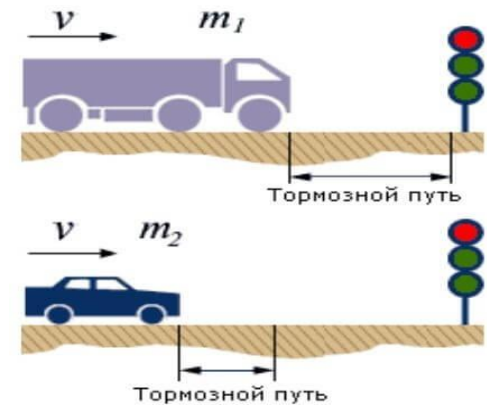
Принцип относительности Галилея

Однажды Галилей, будучи в кабине корабля, где не было окон, заметил, что никто и никогда не заметит, движется система равномерно или находится в неподвижном состоянии. Таким образом, он сделал вывод, что:

Не существует опытов, позволяющих определить, движется система равномерно или же все-таки находится в состоянии покоя.

Масса - это ФВ, которая определяет инертные и гравитационные свойства рассматриваемого тела.

Если к телу приложить силу, то оно будет всеми способами препятствовать изменению скорости. Данное свойство можно назвать **инертностью**.



Представьте себе ситуацию: по дороге едет автомобиль. В это время на проезжую часть резко выскакивает пешеход. Все мы знаем, что автомобиль не может моментально затормозить. Именно данное свойство сохранять скорость объясняется инертностью. Более того, можно сказать, что чем больше масса тела, тем более это тело инертное.

Представьте, что по дороге едет легковой и грузовой автомобиль с одинаковой скоростью. Если они одновременно начнут тормозить, то тормозной путь для грузовика будет больше, поскольку данное тело более инертное.

Единицей измерения массы является 1 кг. Для определения массы могут использовать механические или электрические весы. Определить массу любого тела можно и косвенным способом через известные формулы.

✓ Существует несколько основных свойств массы:

- Это скалярная величина, поэтому она не может быть отрицательной.
-
- Это аддитивная ФВ - поэтому сумма масс составляющих систему тел, равна массе системы.
-
- Вне зависимости от характеристик системы, масса остается неизменной.
-
- Существует закон сохранения массы, согласно которому масса всей системы - постоянная величина.

Плотность вещества

Существуют три основных ФВ, которые тесно связаны друг с другом - масса, объем и плотность.

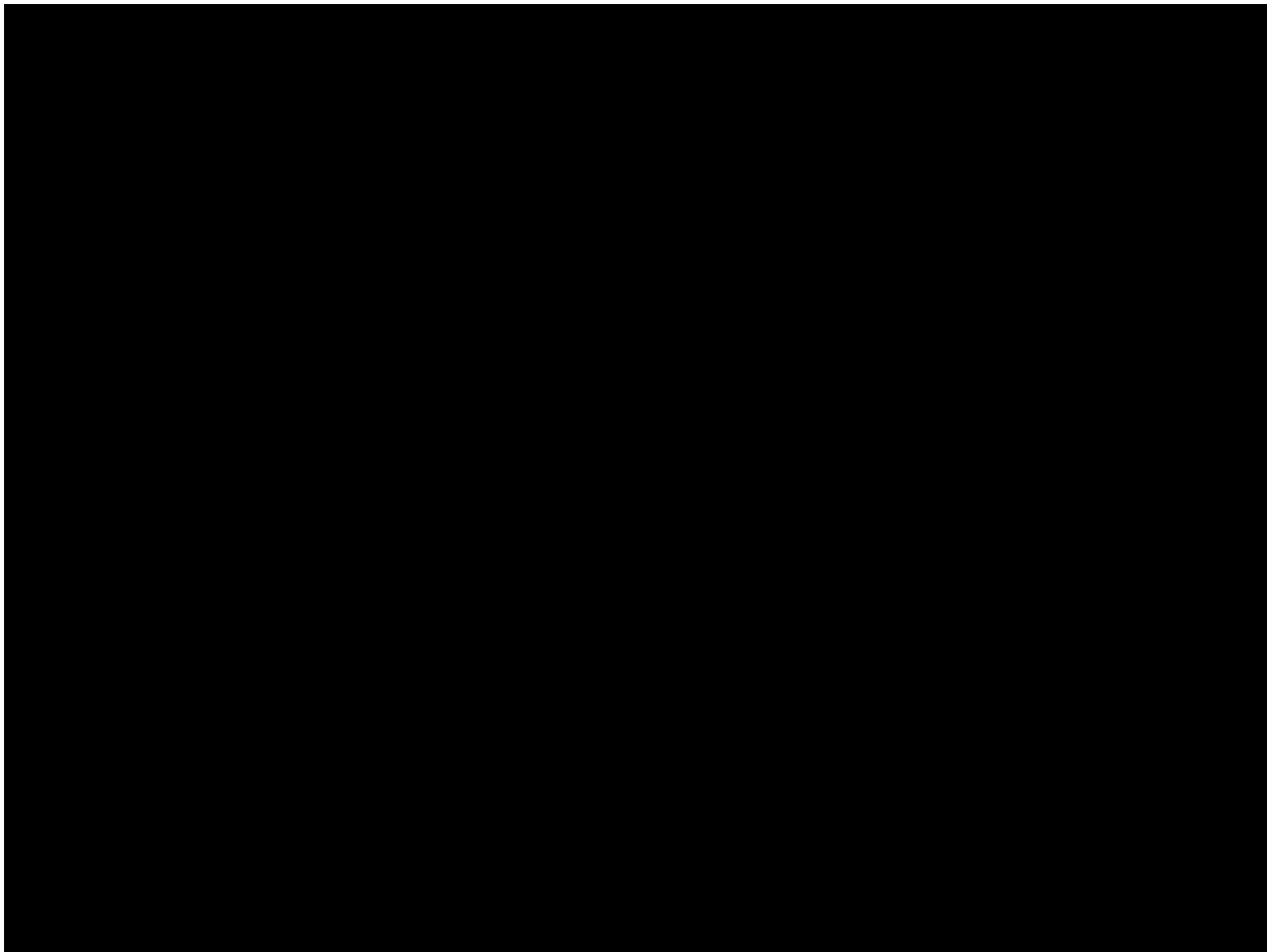
Плотность - это масса, которая находится в единичном объеме.

Так как единица массы - **1 кг**, а объема **1 м³**, то основной единицей измерения массы является 1 кг/м³. Определяется она по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho V$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$



Принцип суперпозиций

Если нам недостаточно собственных сил для того, чтобы двинуть какой-то предмет в места, то Вы пользуетесь помощью товарища. Это значит: Сумма всех сил, действующих на тело в изолированной системе, равняется сумме сил, которые прикладывают тела.

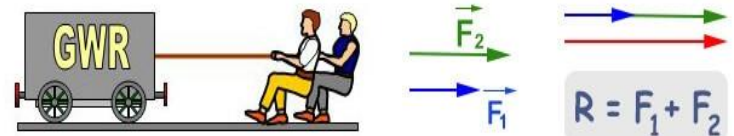
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

Данная формулировка называется принципом суперпозиций. Суммой всех сил, что действуют на тело, называют равнодействующей.

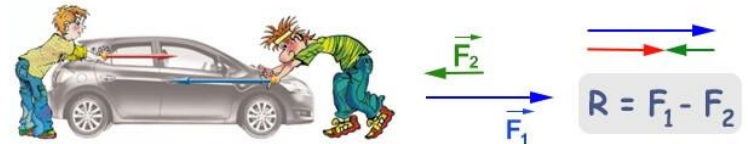
Определяя равнодействующую сил, следует учитывать, что сила - векторная величина. Поэтому для нахождения суммы всех сил необходимо находить проекцию каждой из них.

Существует несколько основных правил сложения сил:

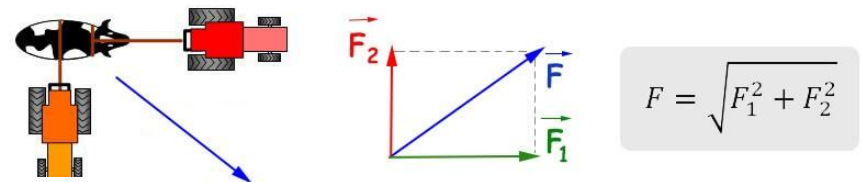
1. Если силы действуют вдоль одной прямой в одинаковом направлении, то величины сил складываются:



2. Если силы действуют вдоль одной прямой, но в разных направлениях, то модули сил вычитаются.



3. Если силы действуют под углом 90 градусов, то используют теорему Пифагора.



4. Если силы действуют на тело под каким-то углом, то к проекции добавляется синус или косинус. Кроме этого можно воспользоваться теоремой косинусов.

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$$

Если на тело действуют две силы, которые компенсируют друг друга, то равнодействующая равна нулю.

Второй закон Ньютона

Для того, чтобы придать любому телу ускорения, необходимо взаимодействовать с ним. Чем больше масса тела, тем большую силу следует приложить для получения большего ускорения.

В ИСО ускорение, которое имеет тело, напрямую зависит от силы, которую применяют к телу и обратно пропорционально его массе. Чтобы определить ускорение тела, следует определить, в какую сторону направлена равнодействующая сила.



Исаак Ньютон
(1642-1726)

Второй закон Ньютона

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

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

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

a - ускорение (м/с^2)

F - равнодействующая всех сил, приложенных к телу (Н)

m - масса (кг)



Исаак Ньютон
(1642-1726)

Второй закон Ньютона через импульс

$$F = ma \quad a = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow F = \frac{mv - mv_0}{t}$$

$$Ft = mv - mv_0$$

$p = mv$ - импульс тела после взаимодействия

$p_0 = mv_0$ - импульс тела до взаимодействия

$$Ft = p - p_0$$

- **Основные принципы решения задач на 2 закон Ньютона**

1. Если две величины из формулы Второго закона Ньютона известны, то следует преобразовать её так, чтобы можно было определить неизвестную величину. После этого следует подставить все значения, выраженные в СИ.

2. Если известна только одна ФВ из закона, но даны дополнительные кинематические величины, то для определения неизвестной величины следует воспользоваться дополнительными кинематическими формулами.

3. Если даны силы, действующие на тело, то прежде, чем найти неизвестную, следует найти равнодействующую по принципу суперпозиции.

Basic principles for solving problems on Newton's Law 2

1. If two quantities from the Newton's Second Law formula are known, then it should be transformed so that an unknown quantity can be determined. After that, all values expressed in SI should be substituted.
2. If only one of the PVs is known from the law, but additional kinematic quantities are given, then additional kinematic formulas should be used to determine the unknown quantity.
3. If the forces acting on the body are given, then before finding the unknown one should find the resultant on the principle of superposition.

المبادئ الأساسية لحل المشاكل في قانون نيوتن 2

1. إذا عرفت الكميتان من صيغة نيوتن للقانون الثاني ، فيجب تحويلها . حتى يمكن تحديد كمية مجهولة. بعد ذلك ، يجب استبدال كل القيم SI الواردة في
2. معروفًا من القانون ، ولكن يتم إعطاء PVs إذا كان واحد فقط من كميات إضافية من الكينماتيكا ، عندئذ يجب استخدام صيغ حركية إضافية لتحديد الكمية غير المعروفة
3. إذا أعطيت القوى المؤثرة على الجسم ، ثم قبل العثور على شخص مجهول يجب أن يجد النتيجة على مبدأ التراكب

- **Сила** - ФВ, которая характеризует взаимодействие.
- Так как данная ФВ является векторной, то её величина может принимать отрицательное значение.
- Основной единицей измерения силы является 1Н. Средством измерения силы является динамометр. Он основан на Законе Гука - чем большая сила прикладывается к пружине, тем больше она растягивается или сжимается.



1 ньютон (Н) - единица силы

Как объяснить, что бегущий человек, споткнувшись, падает в направлении своего движения, а поскользнувшись, падает в направлении, противоположном направлению своего движения?

How to explain that a running man, stumbling, falls in the direction of its movement, and slipping, falls in the direction opposite to the direction of its movement?

كيف يمكن تفسير أن يعمل الشخص التعثر والسقوط في اتجاه الحركة ، وتراجع يندرج في اتجاه عكس اتجاه الحركة ؟

Это явление легко объясняется на основании первого закона Ньютона. Бегущий человек. Споткнувшись, падает в направлении своего движения. Потому что при этом ноги человека замедляют движение. А туловище сохраняет по инерции прежнее состояние движения. В то время как ноги начинают скользить вперед быстрее, потому человек падает назад.

This phenomenon is easily explained on the basis of Newton's first law. Running man. Stumbling, falling in the direction of its movement. Because the feet slows down movement. And the torso retains its previous state of motion by inertia. While the legs begin to slide forward faster, because the person falls back.

هذه الظاهرة ويفسر بسهولة على أساس قانون نيوتن الأول القانون. تشغيل رجل. عثرة السقوط في اتجاه حركتها. لأن القدمين يبطئ الحركة. والجذع يحتفظ حالته السابقة من الحركة من الجمود. بينما الساقين تبدأ في الانزلاق إلى الأمام بشكل أسرع, لأن الشخص يسقط مرة أخرى.

Задача на 2 закон Ньютона:

На тело массой 2160 кг, лежащее на горизонтальной дороге, действует сила, под действием которой тело за 30 секунд пройдет расстояние 500 метров. Найти величину этой силы.

On the body weighing 2160 kg, lying on a horizontal road, the force under the action of which the body for 30 seconds will pass a distance of 500 meters. Find the value of this force

على الجسم وزنها 2160 كغم ، والكذب على الطرق الأفقية القوة في إطار العمل من الجسم لمدة 30 ثانية
تمر مسافة 500 متر. العثور على قيمة هذه القوة

Что более инертно и почему:

а) каменная глыба массой 1000 кг или деревянная балка массой 100 кг;

б) ружье или пуля, вылетевшая из ружья?

ما هو أكثر خامل و لماذا: أ) كتلة حجرية وزنها 1000 كجم أو شعاع خشبية وزنها 100 كجم ؛
ب) بندقية أو رصاصة أطلقت من بندقية ؟

What is more inert and why: a) a block of stone weighing 1000 kg or a wooden beam weighing 100 kg; b) a gun or a bullet fired from a gun?

- a) Более инертна каменная глыба массой 1000 кг, т.к. у неё бóльшая масса;
б) более инертно ружье, т.к. у него бóльшая масса.

a) a more inert rock mass of 1000 kg, because it has a large mass;b) more than the gun is inert, because it has a large mass.

(أ) أكثر حامل كتلة صخرية من 1000 كجم ، لأنه يحتوي على عدد كبير الشامل ؛ (ب) أكثر من بندقية خاملة ، لأنه يحتوي على كتلة كبيرة .

На падающего парашютиста действуют две силы: притяжение Земли 800 Н и сопротивление воздуха 700 Н. Чему равна равнодействующая этих сил и куда она направлена?

In a falling skydiver has two forces acting: gravity 800 N and the air resistance is 700 N. What is the resultant of these forces and where it is aimed?

ما هو الناتج من هذه N. و مقاومة الهواء 700 N في هبوط المحلق اثنين من القوى المؤثرة: الجاذبية 800 القوات حيث يهدف هذا ؟

К центру однородного шарика массой $m = 0,2$ кг приложена сила $F = 1,5$ Н. Определите модуль и направление силы F_1 , которую необходимо приложить к центру шарика помимо силы F , чтобы шарик двигался с ускорением $a = 5$ м/с², направленным так же, как и сила F .

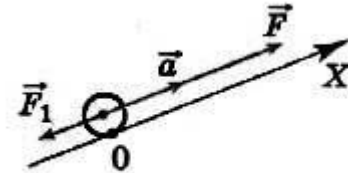


Рис. 2.18

To the center of a homogeneous ball mass $m = 0,2$ kg applied force $F = 1,5$ N. Determine the module and the direction of the force F_1 , which must be applied to the center of the ball in addition to the force that the ball moves with acceleration $a = 5$ m / S², directed in the same way as the force F .

ن. تحديد وحدة اتجاه القوة 1 الذي $F = 1,5$ كجم تطبيق القوة $m = 0,2$ إلى مركز متجانسة الكرة كتلة موجها في ، m / S^2 يجب أن يطبق على مركز الكرة بالإضافة إلى القوة التي تحرك الكرة مع التسارع $a = 5$ نفس الطريقة كما في القوة

Третий закон Ньютона для материальных точек

III закон Ньютона

В отличие от первых двух законов, третий объясняет именно то, что происходит с телами, которые вступают во взаимодействие.

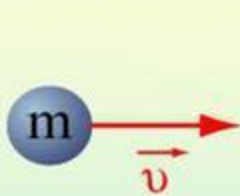
Представьте себе два возка, между которыми находится сжатая пружина. Тела имеют одинаковую массу. Если данную пружину отпустить, то оба возка начнут двигаться в противоположных направлениях с одинаковым ускорением. Так как тела имеют одинаковую массу и одинаковое ускорение, то на них действовала одинаковая сила. Стоит отметить, что тела начали двигаться в противоположном направлении, а это значит, что несмотря на одинаковую по модулю силу, она отличается знаком.

В этом и есть суть Третьего закона Ньютона:

Любые два тела, которые взаимодействуют друг с другом, действуют с одинаковыми по величине силами, но разными по направлению.

Формула: $\mathbf{F}_1 = -\mathbf{F}_2$

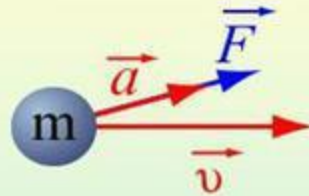
Законы Ньютона



$$\vec{v} = \text{const}, \text{ при } \vec{F} = 0$$

I закон

Существуют такие системы отсчета, в которых всякое тело будет сохранять состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения до тех пор, пока действие других тел не заставит его изменить это состояние.



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

II закон

Под действием силы тело приобретает такое ускорение, что его произведение на массу тела равно действующей силе.



$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

III закон

Силы, с которыми взаимодействующие тела действуют друг на друга, равны по модулю и направлены по одной прямой в противоположные стороны.

Законы Ньютона являются основой классической механики. Первый закон Ньютона объясняет сохранение скорости тела при скомпенсированных внешних воздействиях. Второй закон Ньютона описывает зависимость ускорения тела от приложенной силы. Из 3х законов Ньютона могут быть выведены другие законы механики.

Объясните, действие каких сил компенсируется в следующих случаях:

а) книга лежит на столе;

б) автомобиль движется равномерно по горизонтальной дороге.

شرح ما قوات تعويض في الحالات التالية: أ) الكتاب على الطاولة ، ب) سيارة تتحرك بشكل موحد على الأفقي الطريق.

Explain what forces are compensated in the following cases: a) the book is on the table; b) a car is moving uniformly on a horizontal road.

В результате полученного толчка брусок начал скользить вверх по наклонной плоскости из точки O с начальной скоростью $u_0 = 4,4$ м/с. Определите положение бруска относительно точки O через промежуток времени $t_1 = 2$ с после начала его движения, если угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$. Трение не учитывайте.

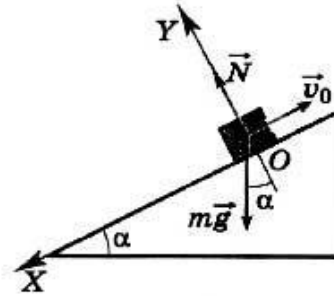


Рис. 2.19

As a result of the received push the bar began to slide up the inclined plane from the Point o with an initial velocity $u_0 = 4,4$ m/s. Determine the position of the bar relative to the point O after a period of time $t_1 = 2$ s after the start of its movement, if the angle of inclination of the plane to the horizon $\alpha = 30^\circ$. Friction is not taken into account.

م/ث. تحديد $y_0 = 4,4$ سرعتها الأولية o نتيجة تلقى دفع شريط بدأت تنزلق يميل الطائرة من نقطة بعد بداية حركته ، إذا كانت زاوية $t_1 = 2$ s بعد فترة من الزمن O الموقف من شريط بالنسبة إلى النقطة درجة. الاحتكاك هو لا تؤخذ بعين الاعتبار $\alpha = 30$ الميل من الطائرة إلى الأفق

Найдите построением равнодействующую сил (рис. 1).

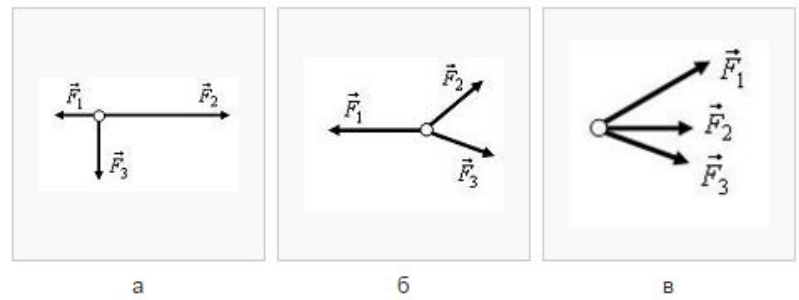
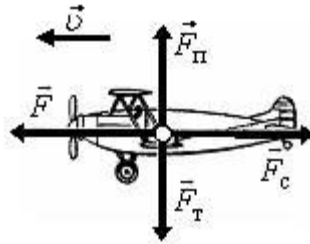
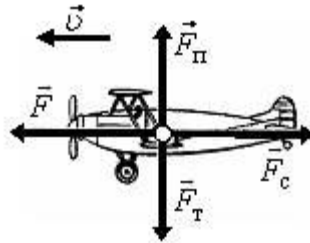


Рис. 1



показаны силы, действующие на самолет, и направление вектора скорости в какой-то момент времени (F – сила тяги, F_c – сила лобового сопротивления, F_T – сила тяжести, F_Π – подъемная сила). Как будет двигаться самолет дальше, если:

- а) $F_T = F_\Pi$, $F = F_c$;
- б) $F_T = F_\Pi$, $F > F_c$;
- в) $F_T > F_\Pi$, $F = F_c$;
- г) $F_T < F_\Pi$, $F = F_c$?



- а) Самолет будет двигаться равномерно, прямолинейно, т.к. действие всех сил скомпенсировано;
- б) самолет будет двигаться прямолинейно, ускоренно (увеличивать скорость), т.к. равнодействующая всех сил направлена по направлению скорости;
- в) самолет будет двигаться ускоренно криволинейно вниз, т.к. равнодействующая всех сил направлена вниз;
- г) самолет будет двигаться ускоренно криволинейно вверх, т.к. равнодействующая всех сил направлена вверх

Порожний грузовой автомобиль массой 4 т начал движение с ускорением $0,3 \text{ м/с}^2$. Какова масса груза, принятого автомобилем, если при той же силе тяги он трогается с места с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$?

An empty truck weighing 4 tons began to move with an acceleration of 0.3 m / S^2 . What is the mass of the load taken by the car, if at the same thrust force it moves from the place with an acceleration of 0.2 m / S^2 ?

ما هي كتلة من الحمل تؤخذ عن m / S^2 فارغة شاحنة وزنها 4 طن بدأت في التحرك مع تسارع 0.3
 m / S^2 طريق السيارة ، إذا كان في نفس قوة الدفع يتحرك من مكانه مع تسارع 0.2

Самостоятельная работа.

Сила 60 Н сообщает телу ускорение 0,8 м/с². Какая сила сообщит этому телу ускорение 2 м/с²?


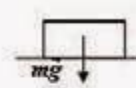

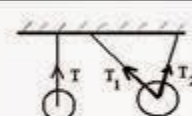
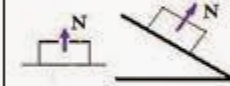
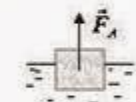
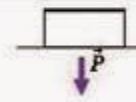

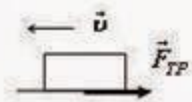
The force of 60 n gives the body an acceleration of 0.8 m / S². What force will tell this body the acceleration of 2 m / S²?

60 n قوة 0.8 يعطي الجسم تسارع 2 m / S². ما القوة سوف اقول هذا الجسم تسارع 2 m / S²?

Снаряд массой 2 кг вылетает из ствола орудия горизонтально со скоростью 1000 м/с. Определите силу давления пороховых газов, считая ее постоянной, если длина ствола равна 3,5 м

The projectile weighing 2 kg flies out of the gun barrel horizontally at a speed of 1000 m / s. Determine the pressure force of the powder gases, considering it constant if the barrel length is 3.5 m

تحديد قوة الضغط من الغازات m / s . قذيفة وزنها 2 كجم الذباب من بندقية برميل أفقيا بسرعة من 1000 مسحوق ، معتبرا أنه ثابت إذا للبرميل طول 3.5 م

Сила	Со стороны какого тела	точка приложения	направление	формула	Пример	Примечание
гравитационная сила	со стороны массивного тела (Земля, Луна, Солнце)	Центр масс данного тела	по прямой, соединяющей тела, в сторону притягивающего тела	$F = \gamma \frac{mM}{R^2}$		
сила тяжести	со стороны Земли	Центр масс данного тела	вертикально вниз	$F = mg$		Сила тяготения со стороны Земли, когда тело находится около поверхности Земли
сила упругости	со стороны деформированного упругого тела (пружины)	Центр масс данного тела	вдоль пружины, в зависимости от характера ее деформации	$F = -kx$		x - деформация (отклонение от положения равновесия) пружины
сила натяжения	со стороны деформированного тела (нити)	Центр масс данного тела	вдоль подвеса, в сторону уменьшения его деформации	нет		
сила реакции опоры	со стороны деформированного тела (опоры)	Центр масс данного тела	перпендикулярно поверхности опоры, в сторону уменьшения ее деформации	нет		
сила Архимеда	со стороны жидкости, в которую погружено тело	Центр масс данного тела	вертикально вверх	$F = \rho_{ж} g V_{погр}$		
вес	со стороны тела, которое лежит, висит на опоре	к опоре	противоположно силе реакции опоры	равен силе реакции опоры или силе натяжения подвеса		
сила трения покоя	со стороны деформированного тела (опоры) при попытке сдвинуть тело	к телу, в точках соприкосновения	параллельно поверхности, противоположно действующей силе	равна действующей силе, но не более $\mu_0 N$		возникает только при воздействии на тело сторонней силы
сила трения скольжения	со стороны деформированного тела (опоры) при движении	к телу, в точках соприкосновения	параллельно поверхности, противоположно направлению скорости	$F = \mu N$		если тело не вращается, можно рассматривать силу трения, приложенной к центру масс

сила Кулона	со стороны заряженного тела	к центру масс тела, имеющего электрический заряд	вдоль линии, соединяющей заряженные тела	$F = k \frac{qQ}{r^2}$		В задачах встречается сила, действующая со стороны статического поля $F=qE$
сила Ампера	со стороны магнитного поля	к проводнику с током	по правилу левой руки	$F = I \cdot l \cdot \sin \alpha$		у α между направлением тока и вектором магнитной индукции
сила Лоренца	со стороны магнитного поля	к центру масс движущегося тела, имеющего электрический заряд	по правилу левой руки	$F = qvB \sin \alpha$		по правилу левой руки для положительного заряда, для отрицательного - в противоположную сторону