The current law of conservation of energy in mechanics is the greatest mistake of physics

Закон сохранения энергии в механике в его нынешнем виде – это величайшая ошибка в физике.

Sorry for bad English. It's not me, It's Google Translation.
I will be glad to all the corrections of the English text

1. Introduction (Введение).

Perhaps the most basic, most important value setting in the paradigm of modern theoretical physics, beginning with mechanics, is the law of conservation of energy. For example, Russian Wikipedia today states (quote): «***The law of conservation of energy is a fundamental law of nature****, established empirically and that in the case of an isolated physical system, a scalar physical quantity that is a function of the system's parameters and called energy that is conserved over time. Since the law of conservation of energy does not refer to specific quantities and phenomena, but* ***reflects a general, applicable regularity, it can be called not a law, but a principle of conservation of energy****.*»

Пожалуй, самой основной, самой важной ценностной установкой в парадигме современной теоретической физики, начиная с механики, является закон сохранения энергии. Так, например, российская Википедия сегодня заявляет (цитирую): «***Закон сохранения энергии – фундаментальный закон природы, установленный эмпирически*** *и заключающийся в том, что для изолированной физической системы может быть введена скалярная физическая величина, являющаяся функцией параметров системы и называемая энергией, которая сохраняется с течением времени. Поскольку закон сохранения энергии относится не к конкретным величинам и явлениям, а* ***отражает общую, применимую везде и всегда, закономерность****, его можно именовать не законом, а* ***принципом сохранения энергии****.*»

That is, it is asserted that this is not just a physical law, but a certain unshakable philosophical principle. And this opinion, this belief, as I understand it, is now shared by tens of thousands of professional physicists and hundreds of millions of more or less educated people around the world.

То есть утверждается, что это уже не просто физический закон, а уже некий незыблемый философский принцип. И это мнение, эту веру, как я понимаю, ныне разделяют десятки тысяч профессиональных физиков и сотни миллионов более-менее образованных обывателей по всему миру.

I am uncomfortable with all of them to disappoint, but that law of conservation of energy, which we all know well from the school bench, has never been established empirically, that is, by experience. Although some experiments in this direction were carried out (for example, Joule's experiments), they can not be considered representative, nor, moreover, complete, comprehensive. Moreover, what is usually considered in mechanics as kinetic $mV^2/_2$ and potential energy mgh, in fact, energy that is "conserved" is not. And in general, these values can hardly be considered energy, which allows you to do this or that job.

Мне неудобно всех их разочаровывать, но тот закон сохранения энергии, который мы все прекрасно знаем еще со школьной скамьи, никогда не был установлен эмпирически, то есть опытным путём. Хотя кое-какие опыты в этом направлении проводились (например, опыты Джоуля), их нельзя считать репрезентативными, ни, тем более, полными, всеобъемлющими. Более того, то что в механике принято считать за кинетическую $mV^2/_2$ и потенциальную mgh энергии, на самом деле энергией, которая «сохраняется», не являются. Да и вообще эти величины вряд ли можно считать энергией, которая позволяет совершить ту или иную работу.

2. The physical meaning of the equation $mgh + {mV^2}/_2 = const$

Физический смысл уравнения $mgh + {mV^2}/_2 = const$

Each new idea in human perception almost inevitably goes through three stages.
First: what you are offering is complete nonsense!
Second: this is obvious to everyone!
And the third: we ourselves were the first to say this!
Now the idea that the law of conservation of energy in its present form - stupidity goes through the first stage. Therefore, many citizens, without understanding the issue immediately rushed to insult me, they say, I do not understand anything even in school physics, and indeed ...

Каждая новая идея в человеческом восприятии почти неизбежно проходит через три стадии.
Первая: то, что вы предлагаете – полный бред!
Вторая: это и так всем очевидно!
И третья: мы сами первые это сказали!
Сейчас идея о том, что закон сохранения энергии в его нынешнем виде – глупость проходит первую стадию. Поэтому многие граждане, не разобравшись в вопросе тут же кинулись оскорблять меня, дескать, я ничего не понимаю даже в школьной физике, да и вообще…

Therefore, I decided in this article to explain in advance that I do not at all reject the equation $mgh + {mV^2}/_2 = const$, or, in its particular case $mgh = {mV^2}/_2$, when the body is in free fall with zero initial speed. Let's see what the physical meaning of this equation is.

Поэтому я решил в этой статье заблаговременно разъяснить, что я вовсе не отрицаю уравнение $mgh + {mV^2}/_2 = const$, или, его частного случая $mgh = {mV^2}/_2$, когда тело находится в свободном падении с нулевой начальной скоростью. Давайте разберёмся, в чем состоит физический смысл этого уравнения.

All educated people having GCSE (General Certificate of Secondary Education) know the equation:

Всем образованным людям с 7 или 8-го класса средней школы известно уравнение:

$$S = V_0 t + \frac{at^2}{2} \tag{2.1}$$

The physical meaning of this equation is that the path *S* traversed by the body at uniformly accelerated motion in time *t* is equal to the sum of the product of the initial velocity V_0 by the time *t* and half the product of acceleration a by the square of time *t*.

Физический смысл этого уравнения в том, что путь *S*, пройденный телом при равноускоренном движении за время *t* равен сумме произведения начальной скорости V_0 на время *t* и половине произведения ускорения *a* на квадрат времени *t*.

In the case of free fall, with $V_0 = 0$, we get:

В случае свободного падения, при $V_0 = 0$, получаем:

$$h = \frac{gt^2}{2} \tag{2.2}$$

This equation also has a clear physical meaning - with a free fall with zero initial velocity in time *t*, the falling body flies by a distance *h* equal to half the product of the acceleration of gravity *g* by the square of time *t*.

Это уравнение тоже имеет ясный физический смысл – при свободном падении с нулевой начальной скоростью за время *t* падающее тело пролетает расстояние *h*, равное половине произведения ускорения свободного падения *g* на квадрат времени *t*.

Equation (2.2) can also derive an equation for determining the time of free fall of a body from a height h:

Из уравнения (2.2) можно вывести и уравнение для определения времени свободного падения тела с высоты h:

$$t = \sqrt{2h/g} \tag{2.3}$$

This expression also has a clear physical meaning: the time t of the fall of the material body from the height h is equal to the square root of the doubled fall height by the acceleration of gravity g.

Это выражение тоже имеет ясный физический смысл: время t падения материального тела с высоты h равно квадратному корню удвоенной высоты падения на ускорение свободного падения g.

According to the rules of mathematics, if we multiply or divide both the right and left sides of the equation by a constant, the equation will remain an equation after this. But, unfortunately, with this, the physical meaning of this expression can be lost, which physic-mathematicians and physicists are constantly forgetting about. Thus, for example, we can divide both the right and left sides of equation (2.2) by the age of Gottfried Leibniz at the time of writing the work "Acta Eruditorum", the number of items in the table service Leibniz, or multiply by the number of eggs brought by Leibniz's favorite leopard chicken in a week. Will the physical meaning of equation (2.2) remain in this case? In my opinion - unlikely.

Согласно правилам математики, если умножить или разделить и правую и левую части уравнения на константу, уравнение и после этого останется уравнением. Но, к сожалению, при этом может потеряться физический смысл этого выражения, о чем физико-математики, физико-теоретики постоянно забывают. Так, например, мы можем разделить и правую и левую части уравнения (2.2) на возраст Готтфрида Лейбница в момент написания им работы «Acta Eruditorum», на количество предметов в столовом сервизе Лейбница или же умножить на количество яиц, приносимых любимой курицей-пеструшкой Лейбница в течение недели. Сохранится ли при этом физический смысл уравнения (2.2)? По моему мнению – вряд ли.

But if we multiply the right and left sides of equation (2.2) by the magnitude of the gravity $G = mg$, acting on a certain material body of mass m. What is interesting, while retaining some visibility of preserving the physical meaning of the expression, since we use purely physical quantities - body mass and acceleration.

Но если мы умножим правую и левую части уравнения (2.2) на величину силы тяжести $G = mg$, действующей на некое материальное тело массой m. Что интересно, при этом сохраняется некая видимость сохранения физического смысла выражения, так как используем мы чисто физические величины – массу тела и ускорение.

$$h = \frac{gt^2}{2} \mid \times mg$$

Then we get:

Тогда получим:

$$mgh = \frac{m(gt)^2}{2}$$

And, since $gt = V$, we get as a result:

И, так как $gt = V$, в результате получим:

$$mgh = \frac{mV^2}{2} \tag{2.4}$$

This expression is mathematically true. But does equation (2.4) have any physical meaning? Equation (2.2), from which we obtained this equation (2.4) - has. But the fact is that the expression $mgh = Gh$, as I will show later, does not have a definite physical meaning and can not be considered as a "scalar physical quantity that is a function of the system parameters and ... persists over time". Therefore, exactly with the same success, one can search for the physical meaning in the equation $nh = ngt^2/2$, where n is the number of eggs from the above-mentioned chicken.

Это выражение математически верно. Но имеет ли уравнение (2.4) какой-то физический смысл? Уравнение (2.2), из которого мы получили это уравнение (2.4) – имеет. Но дело в том, что выражение $mgh = Gh$, как я покажу в дальнейшем, не имеет определенного физического смысла и не может рассматриваться в качестве «скалярной физической величины, которая является функцией параметров системы и … сохраняется с течением времени». Поэтому точно с таким же успехом можно искать физический смысл в уравнении $nh = ngt^2/2$, где n – это количество яиц от упомянутой выше курицы-пеструшки.

3. What exactly is the error of the Cartesians and Gottfried Leibniz (part 1 - not all *mgh* are equally useful). В чем именно заключается ошибка картезианцев и Готтфрида Лейбница (часть 1 – не все *mgh* одинаково полезны).

Somehow I got into the hands of Gottfried Wilhelm Leibniz's article "Against the Cartesians, about the laws of nature and the true assessment of the driving forces", in which I read the following:

"*Many measure strength by the product of mass on speed, that is, the amount of motion, hence the Cartesians deduce that in nature the same amount of motion remains. Objecting against this, I showed ("Acta Eruditorum," March 1686, p. 161) that if, as is generally admitted, and above all, **the Cartesians themselves, the same energy is needed to raise one pound by four feet and four pounds per foot**, it is impossible to measure force by the amount of motion and a body of four pounds at a speed measured by a unit is not equivalent to a one pound body at a speed measured by four units, for if the first can raise one pound by four feet, then the second can lift it to sixteen feet. **Trying to object to this my reasoning, some scientists have become so confused** that it is necessary to assume an insufficient understanding of the question when they allow an estimate of the energy in proportion to the mass and height to which the mass or gravity can be raised.* "(I note that in the original article instead of the term "Energy" Leibniz uses the term "living force").

Как-то мне попалась в руки статья Готтфрида Вильгельма Лейбница «Против картезианцев, о законах природы и истинной оценке движущих сил» (перевод с латыни Я.М. Боровского), в которой я прочитал следующее:

«*Многие измеряют силу произведением массы на скорость, т. е. количеством движения, отсюда и картезианцы выводят, что в природе сохраняется одно и то же количество движения. Возражая против этого, я показал («Acta Eruditorum», март 1686 г., с. 161), что если**, как это обычно допускают, и прежде всего, сами картезианцы, одна и та же энергия потребна для поднятия одного фунта на четыре фута и четырех фунтов на один фут**, то нельзя измерять силу количеством движения и тело в четыре фунта со скоростью, измеряемой единицей, не равносильно телу в один фунт со скоростью, измеряемой четырьмя единицами, ибо если первое может поднять один фунт на четыре фута, то второе может поднять его на шестнадцать футов. **Пытаясь возражать против этого моего рассуждения, некоторые ученые так запутались**, что приходится предположить недостаточное понимание вопроса, когда они допускают оценку энергии пропорционально массе и высоте, на которую масса, или тяжесть, может быть поднята.*» (Замечу, что в оригинале статьи вместо термина «энергия» Лейбниц используется термин «живая сила»).

And then I suddenly realized that it was this short paragraph that was the very foundation on which the law of conservation of mechanical energy was first constructed, which then was extended to all theoretical physics. And it never occurred to anyone to know why "*some scientists have become so confused*" and how credible is the assumption that "*the same energy is needed to raise one pound by four feet and four pounds by one foot*."

И тут я внезапно понял, что именно этот коротенький абзац и явился тем самым фундаментом, на котором и был построен сперва закон сохранения механической энергии, который потом распространили на всю теоретическую физику. И никому не пришло в голову узнать, почему же «*так запутались некоторые учёные*» и насколько достоверно допущение, что «*одна и та же энергия потребна для поднятия одного фунта на четыре фута и четырех фунтов на один фут*».

Strangely, it seemed to me at the first reading of this passage - what did the scientists get confused about when the transition of the potential energy mgh to kinetic ${mV^2}/{2}$ in the school was stated extremely clearly, transparently and understandably. But suddenly I realized what was wrong. After all, bodies of different masses, falling to the ground from different heights, but initially having the same "potential energy" mgh, acquire different amounts of motion mV by the time they hit the ground.

Странно, подумалось мне при первом прочтении этого отрывка – над чем же путались учёные, когда в школе переход потенциальной энергии mgh в кинетическую ${mV^2}/{2}$ излагался предельно ясно, прозрачно и понятно. Но внезапно я осознал, в чем дело. Ведь тела различной массы, падая на землю с разных высот, но первоначально имея одну и ту же «потенциальную энергию» mgh, к моменту удара о землю приобретают разное количество движения mV.

Indeed, the amount of movement that a body will gain by 1 pound, falling from a height of 4 feet, will not equal the momentum gained by a body weighing 4 pounds, falling from a height of 1 ft.

И действительно, количество движения, которое приобретет тело массой 1 фунт, упав с высоты в 4 фута, не будет равно импульсу, которое приобретет тело массой 4 фунта, упав с высоты 1 фут.

Let's demonstrate this. Since the magnitude of the "import" acceleration of gravity $g = = 32{,}17\ ft/s^2$, that is 32,17 feet per second per second, in the first case we have:

Продемонстрируем это. Так как величина «импортного» ускорения свободного падения $g = 32{,}17$ фут/с^2, то есть 32,17 фута в секунду за секунду, в первом случае имеем:

$$p_1 = m_1 V_1 = m_1\sqrt{2gh_1} = 1\,pound \times \sqrt{2 \times 32{,}17\frac{ft}{s^2} \times 4\,ft} = \\ = 16{,}04\,foot - pounds\ per\ second$$

In the second case:

Во втором:

$$p_2 = m_2 V_2 = m_2\sqrt{2gh_2} = 4\,pounds \times \sqrt{2 \times 32{,}17\frac{ft}{s^2} \times 1\,ft} = \\ = 32{,}08\,foot - pounds\ per\ second$$

As can be clearly seen, the amount of motion $p_2 = m_2 V_2 = 32{,}08\,foot - pounds\ per\ second$, which, according to Newton's second law, can be converted into a momentum of the force *Ft*, it turns out exactly 2 times the amount of motion $p_1 = m_1 V_1 == 16{,}04\,foot - pounds\ per\ second$feet per second. That is, with an equal initial mgh, in the second case, with a fourfold lower lift height, but four times the mass of the incident body, you can get twice the force pulse *Ft* than in the first case. What, it should be noted, leads many to some embarrassment, as they usually expect to get exactly the opposite result.

Как прекрасно видно, количество движения $p_2 = m_2 V_2 = 32{,}08$ футофунта в секунду, которое, в соответствии со вторым законом Ньютона может быть превращено в импульс силы *Ft* , получилось ровно в 2 раза больше количества движения $p_1 = m_1 V_1 = = 16{,}04$ футофунта в секунду. То есть, при равной начальной mgh, во втором случае при вчетверо меньшей высоте подъёма, но вчетверо большей массе падающего тела можно получить в два раза больший импульс силы *Ft*, чем в первом случае. Что, надо отметить, многих приводит в некоторое смущение, так как обычно они ожидают получить прямо противоположный результат.

I note that I specifically distinguish between the concept of the amount of motion mV and the momentum of the force Ft, since even though these quantities have the same dimensionality, they pass in the collision of material bodies from one to another, in accordance with the law of conservation of momentum and the transition of momentum to momentum force (we call this **correct**, experimentally repeated law of conservation of real mechanical energy in this way), these quantities have a completely different physical meaning.

Отмечу, что я специально различаю понятия количество движения mV и импульс силы Ft, так как, хоть эти величины и имеют одинаковую размерность, и переходят при соударении материальных тел из одного в другое, в соответствии с законом сохранения количества движения и перехода количества движения в импульс силы (назовём этот **правильный,** неоднократно проверенный экспериментально закон сохранения настоящей механической энергии таким образом), эти величины имеют совершенно различный физический смысл.

You can demonstrate this effect in more understandable units of measurement - in kilograms and meters. Let us compare the quantities of motion that will acquire a body A with a mass of 1 kg from a drop height of 20 meters and a body B weighing 20 kg from a drop height of 1 meter. "Potential energy" $E_{\Pi} = mgh$ of both bodies before the beginning of the fall was the same and equaled to 196.2 kg·m^2/s^2. However, at the moment of the impact on the ground, the body A and body B acquired different amounts of movement – differing in magnitude by almost 4.5 times:

Можно продемонстрировать этот эффект в более понятных нам единицах измерения – в килограммах и в метрах. Сравним величины количества движения, которые приобретут тело А массой 1 кг с высоты падения 20 метров и тело В массой 20 кг с высоты падения в 1 метр. «Потенциальная энергия» $E_{\Pi} = mgh$ обоих тел перед началом падения была одинакова и равнялась $196{,}2\ кг \cdot м2/с2$. Однако в момент удара о землю тело А и тело В приобрели разные количества движения – отличающее по величине почти в 4,5 раза:

$$p_A = m_A V_A = m_A \sqrt{2gh_A} = 1\,kg\,\sqrt{2 \times 9{,}81 \frac{m}{s^2} \times 20\,m} = 19{,}81\,kg \cdot m/s$$

$$p_B = m_B V_B = m_B \sqrt{2gh_B} = 20\,kg\,\sqrt{2 \times 9{,}81 \frac{m}{s^2} \times 1\,m} = 88{,}59\,kg * m/s$$

Now the question arises, how can you dispose of this amount of traffic. The fact is that, as I was surprised to find, many people, who seem to be even well versed in physics, do not understand the physical meaning of the impulse of force. The greater the momentum of the force Ft, the greater the work (under the same conditions) can be made, even if we take for work, as is customary now, $A = FScos\alpha$. If, for example, $F_B t_B = 4{,}5 F_A t_A$, then, under the condition $F_B = F_A$, the time of action of this force in the case of "B" will be 4.5 times greater than in the case of "A":$t_B = 4{,}5 t_A$. Before many, this simple fact simply does not reach.

Теперь встаёт вопрос, как можно распорядиться этим количеством движения. Дело в том, что, как я с удивлением обнаружил, многие люди, вроде бы даже неплохо разбирающиеся в физике, не понимают физического смысла импульса силы. Чем больше импульс силы Ft, тем большую работу (при одних и тех же условиях) можно совершить, даже если считать за работу, как это принято сейчас, $A = FScos\alpha$. Если, к примеру, $F_B t_B = 4{,}5 F_A t_A$, то, при условии, $F_B = F_A$, время действия этой силы в случае «В» будет в 4,5 раза больше, чем в случае «А»: $t_B = 4{,}5 t_A$. До многих этот простой факт просто не доходит.

Therefore, I will give a simple and understandable example. Let's say you drive your car on a horizontal road with the same speed of 60 km/h, while the engine of your car creates the same "driving force" F, which is spent on overcoming all forces of resistance to movement in this case - the force rolling resistance (F_f) and air resistance (F_w). If in the second case the car engine will work 4.5 times longer than in the first, then, accordingly, the car itself in the second case will travel 4.5 times further.

Поэтому приведу простой и понятный пример. Допустим, вы едете на своём автомобиле по горизонтальной дороге с одной и той же скоростью 60 км/час, при этом двигатель Вашего авто создаёт одну и ту же «движущую силу» F, которая расходуется на преодоление всех сил сопротивления движению в данном случае - силы сопротивления качению (F_f) и силы сопротивления воздуха (F_w). Если во втором случае двигатель автомобиля будет работать в 4,5 раза дольше, чем в первом, то, соответственно, и сам автомобиль во втором случае уедет на расстояние в 4,5 раза дальше.

Let's return to the example with bodies A and B. Suppose that we were able to 100% convert the amount of movement gained as a result of the fall into a momentum of strength.

Вернёмся к примеру с телами A и B. Предположим, мы смогли 100%-но преобразовать приобретенное в результате падения количество движения в импульс силы.

Influence on a resting body C with a mass of 1 kg body strength of 19.81 N for 1 second (the pulse that can be obtained when the body falls A = 19.81 kg·m/s). As a result, body C will gain speed:

Воздействуем на некое покоящееся тело С массой 1 кг тело силой, равной 19,81 Н в течение 1 секунды (импульсом, который можно получить при падении тела A = 19,81 кг·м/с). В результате тело С приобретёт скорость:

$$V_{CA1} = V_0 + at = 0 + \frac{F}{m_C}t = \frac{19{,}81}{1} \times 1 = 19{,}81\, m/s$$

Accordingly, his "kinetic energy of the name of Leibniz" after the impact of the momentum of the force p_A will be:

Соответственно, его «кинетическая энергия имени Лейбница» после воздействия импульса силы p_A будет равна:

$$K_{CA1} = \frac{m_c V_c^2}{2} = \frac{1 \times 19{,}81^2}{2} = 196{,}2\, kg \cdot m^2/s^2$$

We act on the body C with a force of 1.0 N for 19.81 seconds (the magnitude of the force pulse is the same – 14.0 kg·m/s.

Воздействуем на тело С силой 1,0 Н в течение 19,81 секунд (величина импульса силы та же – 14,0 кг·м/с.

$$V_{CA2} = V_0 + at = 0 + \frac{F}{m_C}t = \frac{1}{1} \times 19{,}81 = 19{,}81\, m/s$$

Accordingly, its "kinetic energy" will be equal to the same value:

Соответственно, его «кинетическая энергия» будет равна той же величине:

$$K_{CA2} = \frac{m_c V_c^2}{2} = \frac{1 \times 19{,}81^2}{2} = 196{,}2\, kg \cdot m^2/s^2$$

Apparently, the acquired velocity of the material body C does not depend on the method of impulse transmission, on the interaction time, but depends only on the magnitude of the pulse.

Как видно, приобретенная скорость материального тела С не зависит от способа передачи импульса, от времени взаимодействия, а зависит только от величины импульса.

Now we are working on a body C with a mass of 1 kg body impulse, which can be obtained by dropping the body B = 88.59 kg·m/s, say, a force equal to 88.59 N for 1 second. As a result, body C will gain speed:

Теперь воздействуем на тело С массой 1 кг тело импульсом, который можно получить при падении тела B = 88,59 кг·м/с, допустим, силой, равной 88,59 Н в течение 1 секунды. В результате тело С приобретёт скорость:

$$V_{CB} = V_0 + at = 0 + \frac{F}{m_C}t = \frac{88{,}59}{1} \times 1 = 88{,}59\, m/s$$

Accordingly, the "kinetic energy of the Leibniz name" of the body C after the action of the force pulse p_B is equal to:

Соответственно, «кинетическая энергия имени Лейбница» тела С после воздействия импульса силы p_B будет равна:

$$K_{C\text{B}} = \frac{m_c V_c^2}{2} = \frac{1 \times 88{,}59^2}{2} = 3924{,}1\, kg \cdot m^2/s^2$$

It turned out that the "kinetic energy" acquired in bodies C in the second case (3924.1 kg·m^2/s^2) is 20 times larger than in the first (196.2 kg·m^2/s^2), despite the fact that bodies A and B had the same "potential energy" equal to $mgh = 196{,}2\ \text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{c}^2$ before the beginning of the fall.

That is, without any serious problems, we, thanks to the current "law of conservation of energy," can increase initial mechanical energy by no less than 20 times. The very energy, about which in the "Physical Encyclopedia" edited by Academician A.M. Prokhorov wrote: the article ENERGY, I quote - "energy does not arise from anything and does not disappear, it can only pass from one form to another".

Nonsense. To whom and to what to believe?

I hope, after this brief excursion into mechanics, it became clear what confused scientists of the XVII century so much?

Получилось, что приобретенная телам С «кинетическая энергия» во втором случае (3924,1 кг·м^2/с^2) в 20 раз больше, чем в первом (196,2 кг·м^2/с^2), несмотря на то, что тела А и В перед началом падения имели одну и ту же «потенциальную энергию», равную $mgh = 196{,}2\ \text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$.

То есть, без каких-либо серьёзных проблем мы, благодаря нынешнему «закону сохранения энергии» сможем увеличить начальную механическую энергию ни много ни мало, а в 20 раз. Ту самую энергию, про которую в «Физической энциклопедии» под редакцией академика А.М. Прохорова написано: статья ЭНЕРГИЯ, цитирую – «*энергия ни возникает из ничего и не исчезает, она может только переходить из одной формы в другую*».

Чепуха какая-то получается, реникса. Нонсенс. Кому и чему верить?

Надеюсь, после этого небольшого экскурса в механику стало понятно, что же так запутывало учёных XVII века?

4. What exactly is the error of the Cartesians and Gottfried Leibniz (part 2 - wrong assumption).
В чем именно заключается ошибка картезианцев и Готтфрида Лейбница (часть 2 – неверное допущение).

How, finally, I understood this question, the mistake lies in the incorrect admission of scientists of the 17th century, I will quote Gottfried Leibniz again: "***as is usually assumed, and above all, the Cartesians themselves, the same energy is needed to raise one pound by four feet and four pounds per foot.***" It was this assumption that was fundamentally incorrect, and it was this assumption that had a fatal impact on the entire further development of physics from the second half of the 17th century to today, that is, for 350 years now.

Как я, наконец, разобрался в этом вопросе, ошибка заключается в неверном допущении учёных XVII века, вновь процитирую Готтфрида Лейбница: «***как это обычно допускают, и прежде всего, сами картезианцы, одна и та же энергия потребна для поднятия одного фунта на четыре фута и четырех фунтов на один фут***». Именно это допущение и было принципиально неверным и именно это допущение и оказало роковое влияние на всё дальнейшее развитие физики со второй половины XVII века до сегодняшних дней, то есть на протяжении вот уже 350-ти лет.

In principle, this error is quite understandable. Scientists in those years solved purely practical problems in the field of "natural philosophy" (this was the area of knowledge that later became physics). And purely practical tasks were such - it was necessary to deliver goods, for example, V[in] from the place B[ordeau] to the city P[aris] for a distance of more than 120 leagues (about 600 km). And the "driving force" that could be used in those times is most often the muscular strength of people and horses (it was not always possible to use wind power for ships, especially on rivers), which usually carried carts, carts along the dirt roads and paved roads, or, along the rivers and canals - barges and boats. Accordingly, and the work was measured in FS, in the required "driving force", the force of thrust F in pounds for the carriage of a load for as many leagues S.

В принципе, эта ошибка вполне объяснима. Учёные в те годы решали чисто практические задачи в области «натуральной философии» (так тогда называлась область знаний, которая впоследствии стала физикой). А чисто практические задачи были таковы – надо было доставлять грузы, например, V[in] из места B[ordeau] в город P[aris] на расстояние более 120 лье (примерно 600 км). А «движущая сила», которую могли использовать в те времена – это чаще всего мускульная сила людей и лошадей (силу ветра для судов не всегда было возможно использовать, особенно на реках), которые обычно тащили за собой по грунтовым и брусчатым дорогам повозки, телеги, или, по рекам и каналам - баржи и лодки. Соответственно, и работа измерялась в FS, в потребной «движущей силе», силе тяги F в фунтах для перевозки того или иного груза на столько-то лье S.

Another type of work consisted in raising minerals from mines and draining these mines - and here, too, the muscular strength of people and horses was most often used. And for a long time those or other devices, pumps were calculated by the number of pounds raised to a height of so many feet (***mgh***). Over the centuries, starting with the very first steam engines of Thomas Newcomen, continuing with steam engines, the advanced "father of civil engineering" John Smeaton, the engines made by the great innovator and inventor James Watt and his business partner Matthew Bolton were assessed according to the "duty", duty, Is "***the number of foot pounds of water lifted from the mine by a steam engine when one bushel of the best quality Newcastle coal is burned in its furnace***."

But, unfortunately, this approach was erroneous. It was physics of the XVII century, and we already live in the XXI century.

Другой вид работ заключался в подъёме полезных ископаемых из шахт и осушение этих шахт – и тут тоже чаще всего использовалась мускульная сила людей и лошадей. И долгое время те или иные устройства, насосы рассчитывались по количеству фунтов, поднятых на высоту в столько-то футов (mgh). На протяжении столетий, начиная с самых первых паровых двигателей Томаса Ньюкомена, продолжая паровыми двигателями, усовершенствованными «отцом гражданской инженерии» Джоном Смитоном, двигателями, изготовленными великим рационализатором и изобретателем Джеймсом Уаттом и его деловым партнёром Мэттью Болтоном оценивались по показателю «duty», дьюти, – это «*количество футо-фунтов воды, поднятых из шахты паровым двигателем при сжигании в его топке одного бушеля самого качественного ньюкасльского угля*».

Но, к сожалению, такой подход был ошибочным. Это была физика XVII века, а мы уже живём в XXI веке.

I propose to build my own explanation on the example of solving a simple (as it seems at first glance) task from the Russian school textbook "Physics". I note that the textbook received a positive opinion of the scientific expertise of the Russian Academy of Sciences.

Предлагаю построить своё объяснение на примере решения простой (как кажется на первый взгляд) задачи из школьного учебника «Физика. 10 класс»: учебник для общеобразовательных организаций с приложением на электронном носителе: базовый уровень / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под ред. Н.А. Парфеньтьевой – М.: Просвещение, 2014. Отмечу, что на учебник получено положительное заключение научной экспертизы Российской академии наук.

Problem A1 of §45 of the textbook "The law of conservation of energy in mechanics":

A body weighing 1 kg, thrown vertically up from the surface of the earth, reached a maximum height of 20 m. With what modulo velocity did the body move at a height of 10 m? Resistance of air do not consider.

1) 7 m/s 2) 10 m/s 3) 14.1 m/s 4) 20 m/s

Задача А1 из §45 учебника «Закон сохранения энергии в механике»:

Тело массой 1 кг, брошенное вертикально вверх с поверхности земли, достигло максимальной высоты 20 м. С какой по модулю скоростью двигалось тело на высоте 10 м? Сопротивление воздуха не учитывайте.

1) 7 м/с 2) 10 м/с 3) 14,1 м/с 4) 20 м/с

It seems that the task is not worth the eaten egg. However, not all so simple.

I once again remember the remarkable words written at the end of the 17th century by a member of the Royal Academy of Sciences in Paris, Professor of Mathematics at the College of Mazarin Monsieur Pierre Varignon in his book "New Assumptions on Weight" [M. Varignon "Nouvelles conjéctures sur la pesanteur". Paris, 1690.]: «*Mais on s'apperçoit bientôt, que les choses qui nous paroissent les plus simples & les plus aisées à concevoir, quand on ne les regarde qu'en gros & superficiellement, paroissent tres-difficiles & tres-composées, dès qu'on veut les approfondir & les examiner en détail*.»

"*But it soon becomes clear that the things which appear to us the simplest and the easiest to conceive, when we look at them only superficially and superficially, appear very difficult and very composed, as soon as we wish deepen them and examine them in detail*."

Кажется, что задача не стоит выеденного яйца. Однако не всё так просто.

Мне в который раз вспоминаются замечательные слова, написанные еще в конце XVII века членом Королевской Академии наук в Париже, профессором математики коллежа Мазарини мсье Пьером Вариньоном в его книге «Новые предположения о весе» [M. Varignon «Nouvelles conjéctures sur la pesanteur». Paris, 1690.]: «*Но вскоре мы понимаем, что вещи, которые представлялись нам очень простыми и очень легкими для понимания, когда мы смотрим на них в целом и поверхностно, представляются весьма трудными, весьма сложными, как только мы хотим более детально вникнуть в их суть*.»

And the essence is as follows: N.N. Sotsky, who wrote the section "Mechanics" in the textbook "Physics. 10 class ", he considered that only one answer was correct. But in fact, if you approach the solution of this problem as intended, such, correct answers, there are as many as three. We are looking at the solution:

А суть такова: Н.Н. Сотский, написавший раздел «Механика» в упомянутом выше учебнике «Физика. 10 класс», посчитал, что лишь один ответ – правильный. А на самом деле, если подойти к решению этой задачи как положено, таких, правильных ответов, там целых три. Смотрим решение:

The derivation of formulas for calculating the lifting of a body of mass *m* to a height *h*

Вывод формул для расчёта подъёма тела массой *m* на высоту *h*

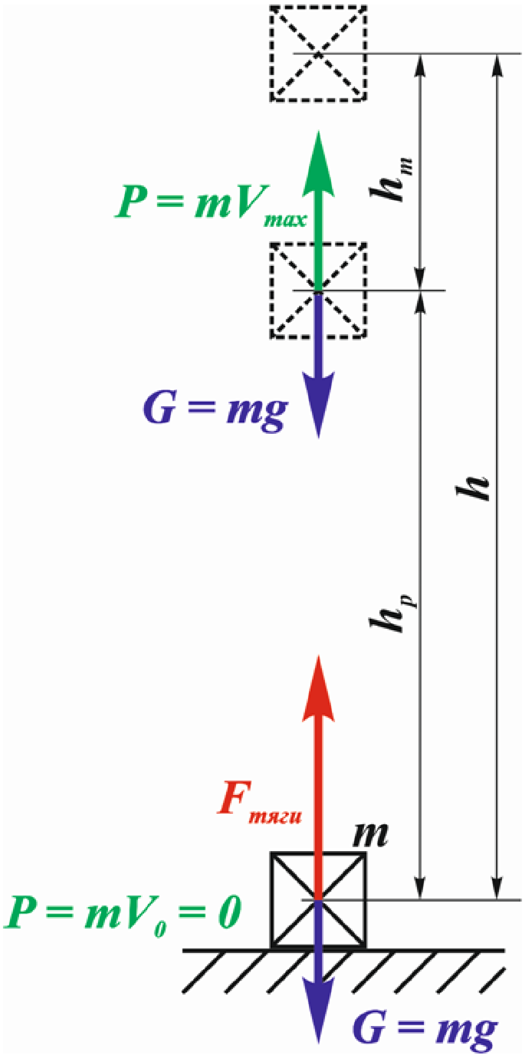

Fig. 4.1 Calculation scheme for lifting the body mass *m* to height *h*

Рис 4.1 Расчётная схема подъёма тела массой *m* на высоту *h*

Lifting of cargo includes two stages:

The first stage is the RUNNING.

1. Detachment of the body from the "launch pad" (from the surface of the Earth) and acceleration of the body to a certain speed V_{max} under the action of "driving force", traction force $\boldsymbol{F_{тяги}} > \boldsymbol{G} = \boldsymbol{mg}$, produced during the acceleration time $\boldsymbol{t_p}$. During this time, the body will rise to a certain height hp and gain momentum (momentum) $P = mV_{max}$.

The second stage is BRAKING.

2. Deceleration of the body during the time tm so that when the target height h is reached, the body velocity is zero. The most rational is the implementation of braking solely due to the force of gravity with the traction force $\boldsymbol{F_{тяги}} = \boldsymbol{0}$, completely disengaged. During the deceleration time, the body will rise due to the momentum accumulated during acceleration to the height $\boldsymbol{h_p}$.Подъём груза включает два этапа:

Первый этап – РАЗГОН.

1. Отрыв тела от “стартовой площадки” (от поверхности Земли) и разгон тела до некоей скорости $\boldsymbol{V_{max}}$ под действием “движущей силы”, силы тяги $\boldsymbol{F_{тяги}} > \boldsymbol{G} = \boldsymbol{mg}$, производимый в течение времени разгона $\boldsymbol{t_p}$. За это время тело поднимется на некоторую высоту $\boldsymbol{h_p}$ и приобретёт импульс (количество движения) $\boldsymbol{P} = \boldsymbol{mV_{max}}$.

Второй этап – ТОРМОЖЕНИЕ.

2. Торможение тела в течение времени $\boldsymbol{t_m}$ с тем, чтобы при достижении заданной высоты $\boldsymbol{h}$, скорость тела была равна нулю. Наиболее рациональным представляется осуществление торможения исключительно за счёт силы тяжести при полностью отключенной силе тяги $\boldsymbol{F_{тяги}} = \boldsymbol{0}$. За время торможения тело поднимется за счёт накопленного во время разгона импульса на высоту $\boldsymbol{h_p}$.

It is obvious that the total height of the lift is composed of the lift height during the acceleration time and the lifting altitude during the braking (see figure 4.1):

Очевидно, что полная высота подъёма складывается из высоты подъёма за время разгона и высоты подъёма во время торможения (см. рис. 4.1):

$$h = h_р + h_т \quad (4.1)$$

It is also clear that:

Также очевидно, что:

$$V_{max} = V_0 + (a - g)t_р = (a - g)t_р \quad (4.2)$$

$$V_{max} - gt_т = 0, \text{ откуда}$$

$$V_{max} = gt_т \quad (4.3)$$

From the equations (4.2) and (4.3) we obtain:
Из уравнений (4.2) и (4.3) получаем:

$$(a-g)t_{\text{р}} = gt_{\text{т}} \tag{4.4}$$

$$at_{\text{р}} - gt_{\text{р}} = gt_{\text{т}}$$

$$at_{\text{р}} = gt_{\text{р}} + gt_{\text{т}}$$

As a result:
В результате:

$$a = g\frac{t_{\text{р}}+t_{\text{т}}}{t_{\text{р}}} \tag{4.5}$$

As is known, the displacement *S* in the general form is equal to:
Как известно, перемещение ***S*** в общем виде равно:

$$S = V_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Therefore
Поэтому

$$h_{\text{р}} = \frac{(a-g)t_{\text{р}}^2}{2} \tag{4.6}$$

$$h_{\text{т}} = V_{max}t_{\text{т}} - \frac{gt_{\text{т}}^2}{2} \tag{4.7}$$

We substitute expressions (4.6) and (4.7) into equation (4.1):
Подставим в уравнение (4.1) выражения (4.6) и (4.7):

$$h = \frac{(a-g)t_{\text{р}}^2}{2} + V_{max}t_{\text{т}} - \frac{gt_{\text{т}}^2}{2} \tag{4.8}$$

And substitute the expression (4.3) into equation (4.8):
И подставим в уравнение (4.8) выражение (4.3):

$$h = \frac{at_{\text{р}}^2}{2} - \frac{gt_{\text{р}}^2}{2} + gt_{\text{т}}t_{\text{т}} - \frac{gt_{\text{т}}^2}{2}$$

$$h = \frac{at_{\text{р}}^2}{2} - \frac{gt_{\text{р}}^2}{2} + \frac{gt_{\text{т}}^2}{2}$$

Then:
Тогда:

$$2h = at_{\text{р}}^2 - gt_{\text{р}}^2 + gt_{\text{т}}^2$$

$$2h = (a-g)t_{\text{р}}^2 + gt_{\text{т}}^2$$

$$2h - gt_{\text{т}}^2 = (a-g)t_{\text{р}}^2$$

$$(a-g)t_{\text{р}}^2 = 2h - gt_{\text{т}}^2$$

$$t_{\text{р}}^2 = \frac{2h - gt_{\text{т}}^2}{a-g}$$

$$t_{\text{р}} = \sqrt{\frac{2h-gt_{\text{т}}^2}{a-g}} \tag{4.9}$$

We rewrite equation (4.4):
Еще раз перепишем уравнение (4.4):

$$(a-g)t_{\text{р}} = gt_{\text{т}}$$

We substitute into (4.4) the expression (4.9):
Подставим в уравнение (4.4) выражение (4.9):

$$(a-g)\sqrt{\frac{2h - gt_{\text{т}}^2}{a-g}} = gt_{\text{т}}$$

$$\sqrt{(a-g)(2h-gt_{\text{т}}^2)} = gt_{\text{т}}$$

$$(a-g)(2h-gt_{\text{т}}^2) = g^2t_{\text{т}}^2$$

$$a-g = \frac{g^2t_{\text{т}}^2}{2h-gt_{\text{т}}^2}$$

$$a = g + \frac{g^2t_{\text{т}}^2}{2h-gt_{\text{т}}^2} \qquad (4.10)$$

Thus, by setting the deceleration time $\boldsymbol{t_m}$ to the second stage of lifting the body to the height ***h*** (deceleration), it is possible to determine with which acceleration the body should rise during the first stage of ascent - during acceleration, and, therefore, determine the necessary magnitude of the "driving force"- traction forces:

Таким образом, задаваясь временем торможения $\boldsymbol{t_m}$, на второй этап подъёма тела на высоту ***h*** (торможение), можно определить, с каким ускорением должен подниматься тело во время первого этапа подъёма – во время разгона, а, значит, и определить необходимую величину «движущей силы» – силы тяги:

$$F_{\text{тяги}} = ma \qquad (4.11)$$

And with the help of equation (4.9) it is possible to determine the required time of action of this force, the time required for acceleration:

А с помощью уравнения (4.9) можно определить и требуемое время действия этой силы, время, требуемое на разгон:

$$t_{\text{р}} = \sqrt{\frac{2h-gt_{\text{т}}^2}{a-g}} \qquad (4.9)$$

The maximum speed that the body will reach should be determined by formulas (4.2) and (4.3) - the results must coincide. This is one verification of the correctness of the calculations.

According to formulas (4.6) and (4.7), the height of the lifting of the body is determined during each of the stages - during acceleration and during deceleration. The sum of these heights should be ***h***, in our problem it is 20 meters. This is the second verification of the correctness of the derivation of formulas for solving the problem.

Максимальную скорость, которой достигнет тело следует определять по формулам (4.2) и (4.3) – результаты должны совпадать. Это одна проверка правильности вычислений.

По формулам (4.6) и (4.7) определяются высота подъёма тела во время каждого из этапов – во время разгона и во время торможения. Сумма этих высот должна равняться ***h***, в нашей задаче это 20 метров. Это вторая проверка правильности вывода формул для решения задачи.

But the main question of the problem from the textbook - what will be the speed of the body at an altitude of 10 meters?

Here there are 2 options:

FIRST - when the acceleration height is more than 10 meters.

Then:

Но основной вопрос задачи из учебника – какова же будет скорость тела на высоте 10 метров?

Тут возможны 2 варианта:

ПЕРВЫЙ – когда высота разгона больше 10 метров.

Тогда:

$$10\ \text{м} = \frac{(a-g)t_{10}^2}{2}$$

From here: (Отсюда:)

$$t_{10} = \sqrt{\frac{20}{a-g}}$$

Accordingly, the speed at an altitude of 10 meters if $\boldsymbol{h_p}$ > 10 m
Соответственно, скорость на высоте 10 метров если $\boldsymbol{h_p}$> 10 м

$$V_{10} = (a-g)\sqrt{\frac{20}{a-g}} = \sqrt{20(a-g)} \quad (4.12)$$

The SECOND option is when the acceleration height is less than 10 meters. Then:
ВТОРОЙ вариант – когда высота разгона менее 10 метров.
Тогда:

$$V'_{10} = V_{max} - gt'_{10} \quad (4.13)$$

It is required to determine the time for which the body will overcome a segment of the path between the point of completion of the acceleration phase and a height of 10 meters.

Требуется определить время, за которое тело преодолеет отрезок пути между точкой завершения этапа разгона и высотой 10 метров.

$$h'_{10} = 10\text{ м} - h_{\text{p}} \quad (4.14)$$

$$h'_{10} = V_{max}t'_{10} - \frac{gt'^2_{10}}{2} \quad (4.15)$$

$$10 - h_{\text{p}} = V_{max}t'_{10} - \frac{gt'^2_{10}}{2}$$

We get the "standard" quadratic equation:
Получаем «стандартное» квадратное уравнение:

$$\frac{gt'^2_{10}}{2} - V_{max}t'_{10} + (10 - h_{\text{p}}) = 0 \quad (4.16)$$

The roots of this quadratic equation (if one has lost GCSE):

Корни этого квадратного уравнения (если кто забыл математику на уровне 7 класса средней школы):

$$t'_{10} = \frac{V_{max} \pm \sqrt{(-V_{max})^2 - 4\frac{g}{2}(10 - h_{\text{p}})}}{2\,\frac{g}{2}}$$

$$t'_{10} = \frac{V_{max} \pm \sqrt{V^2_{max} - 2g(10 - h_{\text{p}})}}{g}$$

Then:
Тогда:

$$V'_{10} = V_{max} - g\frac{V_{max} \pm \sqrt{V^2_{max} - 2g(10 - h_{\text{p}})}}{g}$$

$$V'_{10} = V_{max} - V_{max} \pm \sqrt{V^2_{max} - 2g(10 - h_{\text{p}})}$$

$$V'_{10} = \pm\sqrt{V^2_{max} - 2g(10 - h_{\text{p}})}$$

Of course, negative values are discarded, since time can not be negative. Therefore, if $\boldsymbol{h_p}$ <10 m, then:

Разумеется, отрицательные значения отбрасываются, так как время не может быть отрицательным. Поэтому, если $\boldsymbol{h_p}$< 10 м, то:

$$V'_{10} = \sqrt{V^2_{max} - 2g(10 - h_{\text{p}})} \quad (4.17)$$

We substitute expressions (4.2) and (4.7) into this equation (4.17):
Подставим в это уравнение (4.17) выражения (4.2) и (4.7):

$$V'_{10} = \sqrt{\left((a-g)t_{\text{р}}\right)^2 - 2g\left(10 - \frac{(a-g)t_{\text{р}}^2}{2}\right)}$$

Упростим:

$$V'_{10} = \sqrt{(a-g)^2 t_{\text{р}}^2 - 20g + g(a-g)t_{\text{р}}^2}$$

$$V'_{10} = \sqrt{(a^2 - 2ag + g^2)t_{\text{р}}^2 - 20g + (ag - g^2)t_{\text{р}}^2}$$

$$V'_{10} = \sqrt{(a^2 - ag)t_{\text{р}}^2 - 20g}$$

$$V'_{10} = \sqrt{a(a-g)\frac{2h - gt_{\text{т}}^2}{a-g} - 20g}$$

$$V'_{10} = \sqrt{a(2h - gt_{\text{т}}^2) - 20g} \qquad (4.18)$$

Taking into account that (see equation 4.10):
Учитывая, что (см. уравнение 4.10):

$$a = g + \frac{g^2 t_{\text{т}}^2}{2h - gt_{\text{т}}^2}$$

we obtain:
получаем:

$$V'_{10} = \sqrt{\left(g + \frac{g^2 t_{\text{т}}^2}{2h - gt_{\text{т}}^2}\right)(2h - gt_{\text{т}}^2) - 20g}$$

Simplify:
Упростим:

$$V'_{10} = \sqrt{2gh - g^2 t_{\text{т}}^2 + g^2 t_{\text{т}}^2 - 20g}$$

Since the total height h = 20 meters, we get:
Так как полная высота ***h*** = 20 метров, получаем:

$$V'_{10} = \sqrt{2g \times 20 - 20g}$$

$$V'_{10} = \sqrt{20g} = \sqrt{20 \times 9{,}81} = 14{,}007 \text{ м/с}$$

Fig. 4.2 Solid fuel engine for missile models
Рис. 4.2 Твердотопливный двигатель для моделей ракет

Imagine that a body weighing 1 kg we will raise to a height of 20 m using solid fuel engines for missile models similar to that depicted in Figure 4.2 РД1-10-5. The maximum rated thrust of these engines is 14 N, the average - about 7.5 N. Suppose we have model rocket engines, "weightless", with a constant thrust of 5 N, with unlimited duration of work.

Представим, что тело массой 1 кг мы будем поднимать на высоту 20 м при помощи твердотопливных двигателей для моделей ракет, аналогичных изображённому на рисунке 4.2 РД1-10-5. Максимальная паспортная тяга этих двигателей – 14 Н, средняя – примерно 7,5 Н. Предположим, у нас имеются модельные ракетные двигатели, «невесомые», с постоянной тягой в 5 Н, с неограниченной продолжительностью работы.

Obviously, if you try to lift a body weighing 1 kg with a single engine with a thrust of 5 N (0.49 kgf), then nothing will happen, since the gravity force (***G = mg*** = 9.81 N = 1 kgf) is almost twice the " driving force ", i.e. traction force, created by one engine.

If we use two or more engines with a thrust of 5 H at the same time to raise a body weighing 1 kg, the magnitude of the driving force will be equal to the product of the number of accelerating engines n per thrust of one. Using two engines, we get a thrust force of 10 N, using three - the thrust force of 15 N, the four at 20 N, the five at 25 N.

The results of some calculations on the above formulas are summarized in Table 4.1. As you can see, there are options in which the speed of the body during the 10-meter mark is 7 and 10 meters per second.

Очевидно, что если попытаться поднять тело массой 1 кг одним двигателем с тягой в 5 Н (0,49 кгс), то ничего не получится, так как сила тяжести (***G = mg*** = 9,81 Н = 1 кгс) почти вдвое превышает “движущую силу”, т.е. силу тяги, создаваемую одним двигателем.

Если же мы используем для подъёма тела массой 1 кг одновременно два и более двигателей с тягой 5 Н, то величина движущей силы будет равна произведению количества разгонных двигателей ***n*** на тягу одного. Используя два двигателя, мы получаем силу тяги в 10 Н, при использовании трёх – силу тяги в 15 Н, четырёх – в 20 Н, пяти – в 25 Н.

Результаты некоторых расчётов по указанным выше формулам сведены в таблицу 4.1. Как можно увидеть, есть варианты, при которых скорость тела при прохождении 10-метровой отметки равна 7 и 10 метров в секунду.

If the acceleration of the body occurs faster than the body overcomes the mark at 10 m height, then the body should go to this mark at a speed of 14.007 m/s. The value indicated in the textbook is 14.1 m/s - probably a typo. Should be 14.01 m/s, if rounded to one hundredth. ☺

But we are more interested in two other possible solutions. The matter is that, depending on the applied amount of tractive force, and, accordingly, on the time of this force, we can get any other body velocities when passing it a mark of 10 meters height - from close to zero to the maximum possible 10.007 m/s.

Если разгон тела происходит быстрее, чем тело преодолеет отметку в 10 м высоты, то тело должно пойти эту отметку со скоростью 14,007 м/с. Указанное в учебнике значение 14,1 м/с – видимо, опечатка. Должно быть 14,01 м/с, если округлять до сотых. ☺

Но нам более интересны два других возможных решения. Дело в том, что в зависимости от приложенной величины силы тяги, и, соответственно, от времени действия этой силы мы можем получить любые другие скорости тела при прохождении им отметки 10 метров высоты – от близкой к нулю до максимально возможной 10,007 м/с.

If you thoroughly test this table, it may seem that errors have crept in. But this is not so. The results given in the table were calculated in Excel. I was asked when calculating the braking time, all other parameters were calculated in accordance with the formulas derived above. The results were rounded to the third decimal place, so if you calculate the ascent, setting, for example, the force of thrust, there may be some inconsistency in the last significant figures. What was noticed earlier by one of my readers, who persistently tried to prove to me that I had made a mistake somewhere.

Если дотошно проверять эту таблицу, то может показаться, что в ней закрались ошибки. Но это не так. Результаты, приведенные в таблице, подсчитывались в Excel'ом. Я задавался при расчётах временем торможения, все остальные параметры высчитывались в соответствии с выведенными выше формулами. Полученные результаты округлялись до третьего знака после запятой, поэтому, если рассчитывать подъём, задаваясь, например, силой тяги может наблюдаться некоторое несоответствие в последних значащих цифрах. Что было замечено ранее одним из моих читателей, который настырно пытался доказать мне, что я где-то допустил ошибку.

The lines with the calculation of all the lifting parameters at such values of the traction force are given in Table 4.1**. And now - the most important. Define the total running time T of all engines for each option.**

Строки с расчётами всех параметров подъёма при таких величинах силы тяги $\boldsymbol{F_{тяги}}$ представлены в таблице 4.1. **А теперь – самое важное. Определим общее время работы *T* всех двигателей при каждом варианте**.

$$T = n \times t_{\text{р}}$$

As can be seen, when using two accelerating engines, the total running time of the motors is

Как видно, при использовании двух разгонных двигателей общая продолжительность работы двигателей равна

$$T_2 = n \times t_{\text{р}} = 2 \times 14{,}389 = 28{,}78 \text{ с}$$

Respectively

Соответственно

$$T_3 = 3 \times 2{,}244 = 6{,}73 \text{ с}$$
$$T_4 = 4 \times 1{,}386 = 5{,}54 \text{ с}$$
$$T_5 = 5 \times 1{,}017 = 5{,}08 \text{ с}$$

Obviously, if the engines are of the same type, then the amount of energy expended is directly proportional to the total running time of all accelerating engines.

Thus, we came to a completely unexpected for all currently living physicists, and ordinary inhabitants who received a normal school education, that **the amount of energy that is required to spend on the rise of the same material body (in our case, 1 kg) on the same height (in our case - at a height of 20 m) can vary significantly and depends on the magnitude of the lifting force.**

And this, if anyone does not understand, completely contradicts what is stated in school textbooks and in courses of lectures on mechanics - **contradicts the current law of conservation of energy.**

Очевидно, что если двигатели однотипные, то количество затраченной на подъём энергии прямо пропорционально общей времени работы всех разгонных двигателей.

Таким образом, мы пришли к совершенно неожиданному для всех ныне живущих физико-теоретиков, да и простых обывателей, получивших нормальное школьное образование, что **количество энергии, которую требуется затратить на подъём одного и того же материального тела** (в нашем случае массой 1 кг) **на одну и ту же высоту** (в нашем случае – на высоту 20 м) **может существенно различаться и зависит от величины подъёмной силы**.

А это, если кто не понял, полностью противоречит тому, что утверждается в школьных учебниках и в курсах лекций по механике – **противоречит нынешнему закону сохранения энергии.**

Table 4.1.

Variants of the solution of the problem A1 §45 of the textbook "Physics"

The number of accel. engine	Traction force , H $\boldsymbol{F_{тяги}}$	Acceleration time, s $\boldsymbol{t_p}$	Braking time, s $\boldsymbol{t_m}$	Max. body speed, m/s $\boldsymbol{V_{max}}$	Height of the ramp, m, $\boldsymbol{h_p}$	Brake segment , m, $\boldsymbol{h_m}$	Body speed at height 10 m, m/s	Total running time of all accelerating engines , s
	9,811	203,854	0,020	0,196	19,998	0,002	0,139	
	9,834	40,675	0,100	0,981	19,951	0,049	0,695	
	9,907	20,187	0,200	1,962	19,804	0,196	1,394	
2	**10,000**	14,389	0,278	2,727	19,621	0,379	1,947	**28,78**
	10,211	9,794	0,400	3,924	19,215	0,785	2,831	
	10,451	7,655	0,500	4,905	18,774	1,226	3,580	
	10,760	6,196	0,600	5,886	18,234	1,766	4,359	
	11,150	5,125	0,700	6,867	17,597	2,403	5,177	
	11,636	4,297	0,800	7,848	16,861	3,139	6,044	
	12,260	3,614	0,903	8,855	16,003	3,997	**7,000**	
	12,998	3,077	1,000	9,810	15,095	4,905	7,985	
	13,950	2,607	1,100	10,791	14,065	5,935	9,099	
	14,810	2,302	1,173	11,510	13,248	6,752	**10,000**	
3	**15,003**	2,244	1,188	11,654	13,077	6,923	10,191	**6,73**
	18,890	1,512	1,400	13,734	10,386	9,614	13,476	
4	**20,019**	1,386	1,442	14,146	9,801	10,199	**14,007**	**5,54**
5	**25,000**	1,017	1,574	15,441	7,848	12,152	**14,007**	**5,08**
	33,685	0,699	1,700	16,677	5,825	14,175	**14,007**	
	47,763	0,465	1,800	17,658	4,108	15,892	**14,007**	
	85,567	0,246	1,900	18,639	2,293	17,707	**14,007**	
	127,440	0,162	1,940	19,031	1,540	18,460	**14,007**	
	135,848	0,151	1,945	19,080	1,444	18,556	**14,007**	
	145,469	0,141	1,950	19,130	1,349	18,651	**14,007**	
	156,588	0,131	1,955	19,179	1,253	18,747	**14,007**	
	169,584	0,120	1,960	19,228	1,157	18,843	**14,007**	
	184,974	0,110	1,965	19,277	1,061	18,939	**14,007**	
	203,488	0,100	1,970	19,326	0,964	19,036	**14,007**	
	226,184	0,090	1,975	19,375	0,867	19,133	**14,007**	
	254,660	0,079	1,980	19,424	0,770	19,230	**14,007**	

5. **The second variant of the solution of the problem from the school textbook**
Второй вариант решения задачи из школьного учебника.

For some reason, everyone does not pay attention to a simple fact: if some body has already given some initial velocity $\boldsymbol{V_0}$ to the body, then the higher this velocity, then for the same thrust force equal to the gravitational force $F_{тяги} = G = mg$ the amount of energy expended on lifting a body can also differ at times. Here everything is extremely simple. If the body with some initial vertical velocity $\boldsymbol{V_0}$, it is necessary to rise to a height of 20 meters under the condition of uniform lifting ($F_{тяги} = G = mg$), then the rise time will be $t = {}^{h}/_{V_0} = {}^{20}/_{V_0}$.

Accordingly, the energy spent on creating the same thrust will be directly proportional to this time t.

See Figure 5.1. Obviously, at the same cost for creating the traction force, with an initial velocity $V_1 = 20\ m/s$, the amount of energy expended for lifting will be 20 times smaller if the initial velocity of the body is equal to only $V_3 = 20\ m/s$.

Почему-то все не обращают внимания на простой факт: если какому-то телу массой $\boldsymbol{m}$ уже придана какая-то начальная скорость $\boldsymbol{V_0}$, то, чем больше эта скорость, то при одной и той же силе тяги, равной силе тяжести $F_{тяги} = G = mg$ количество затраченной на подъём тела энергии также может отличаться в разы. Тут всё предельно просто. Если телу с какой-то начальной вертикальной скоростью $\boldsymbol{V_0}$, надо подняться на высоту 20 метров при условии равномерного подъёма ($F_{тяги} = G = mg$), то время подъёма будет равно $t = {}^{h}/_{V_0} = {}^{20}/_{V_0}$.

Соответственно, и затраты энергии на создание одной и той же силы тяги будут прямо пропорциональны этому времени t.

Смотрим рисунок 5.1. Очевидно, что при одинаковых затратах за создание силы тяги, при начальной скорости $V_1 = 20$ м/с количество затраченной на подъём энергии будет в 20 раз меньше, если начальная скорость тела будет равна всего $V_3 = 1$ м/с.

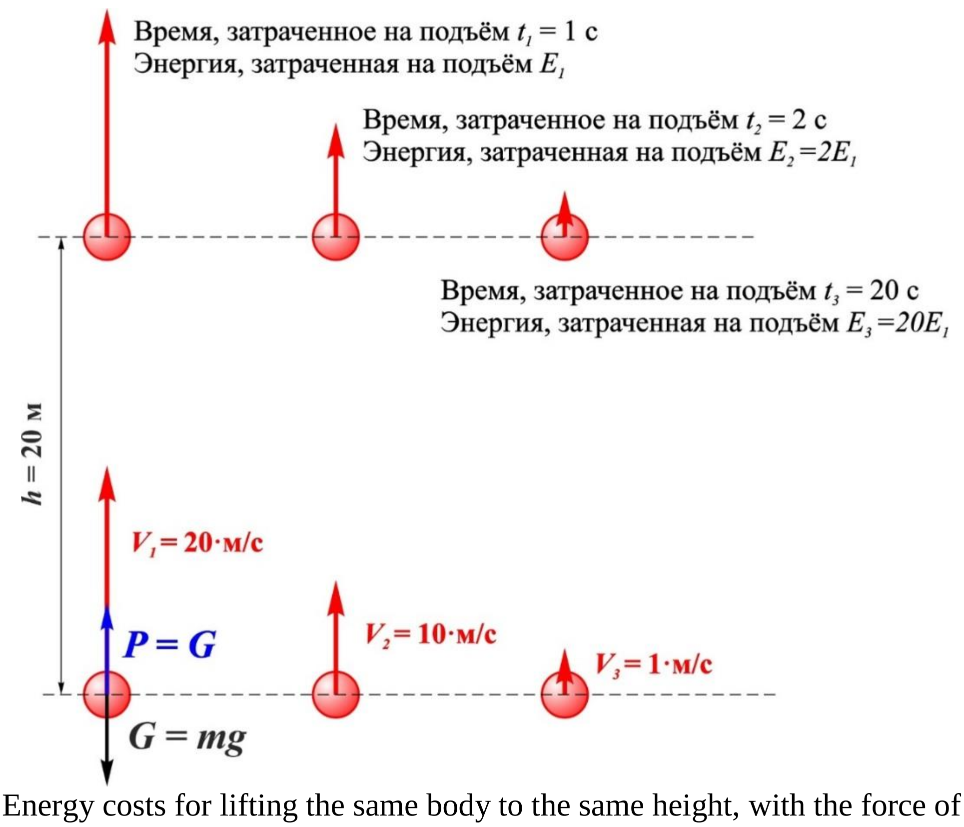

Fig. 5.1 Energy costs for lifting the same body to the same height, with the force of traction, the wound to the force of gravity, depend on the initial velocity of the body.
Рис. 5.1 Затраты энергии на подъём одного и того же тела на одну и ту же высоту, при силе тяги, раной силе тяжести, зависят от начальной скорости тела.

But in fact, to develop this very initial speed, you also need to expend some energy. Therefore, let's solve the same problem of lifting a cargo weighing 1 kg to a height of 20 meters under the following conditions:

1. Start at around 0 meters high.
2. The acceleration of free fall is 9.81 m/s^2.
3. For some time t_p acceleration, the lift motor (this can be both a rocket engine and an electric winch motor, creates a thrust force equal to twice the gravitational force $F_{тяги} = = 2G = 2mg$, after which the "normal thrust" mode is activated when the traction force is equal to the force gravity $F_{тяги} = G = mg$, i.e., further rise is carried out evenly with the speed dialed during acceleration.
4. At some point the engine turns off and the rest of the way the body continues to gain altitude by inertia, so that at a mark of 20 m the body speed becomes 0.

The results of calculations for this task are summarized in Table 5.1.

Formulas for calculation should be known to everyone who successfully received a normal secondary education. Those who could not master physics at the level of secondary school, it is better not to read this article. Therefore, I will not once again rewrite formulas from school textbooks into this article.

Но ведь, чтобы развить эту самую начальную скорость, тоже надо затратить какую-то энергию. Поэтому давайте решим ту же самую задачу по подъёму груза массой 1 кг на высоту 20 метров при следующих условиях:

1. Старт на отметке в 0 метров высоты.
2. Ускорение свободного падения равно 9,81 м/с^2.
3. В течение некоторого времени разгона $t_р$ подъёмный двигатель (это может быть как ракетный двигатель, так и электрический двигатель лебёдки, создаёт силу тяги, равную удвоенной силе тяжести $F_{тяги} = 2G = 2mg$, после чего включается «нормальный режим» тяги, когда силя тяги равна силе тяжести $F_{тяги} = G = mg$, т.е. дальнейший подъём осуществляется равномерно со скоростью, набранной во время разгона.
4. В определенный момент двигатель выключается и остаток пути тело продолжает набирать высоту по инерции, таким образом, чтобы на отметке в 20 м скорость тела стала равной 0.

Результаты вычислений по данной задаче сведены в таблицу 5.1.

Формулы для расчёта должны быть известны каждому, кто успешно получил нормальное среднее образование. Тем, кто не смог осилить физику на уровне средней школы, эту статью лучше не читать. Поэтому я не стану еще раз переписывать в эту статью формулы из школьных учебников.

The total relative fuel (real energy) costs were determined by the formula

$$E = 2t_P + t,$$

based on the assumption that fuel consumption during acceleration is twice as high as fuel consumption during the next uniform rise, since the thrust of the lifting engine during acceleration is twice as high as the thrust during further uniform lift.

Apparently, in this case, the amount of energy expended on the rise of even the same body to the same height, contrary to the assumption of the Cartesians and Leibniz, can differ by a factor of tens.

Общие относительные затраты топлива определялись по формуле

$$E = 2t_P + t,$$

исходя из предположения, что потребление топлива во время разгона вдвое больше, чем потребление топлива во время следующего равномерного подъёма, так как тяга подъёмного двигателя во время разгона вдвое больше тяги во время дальнейшего равномерного подъёма.

Как видно, и в этом случае количество затраченной энергии на подъём даже одного и того же тела на одну и ту же высоту, вопреки предположению картезианцев и Лейбница, может отличаться в десятки раз.

Table 5.1.

Comparative energy costs for lifting a body weighing 1 kg to a height of 20 meters

Таблица 5.1

Сравнительные затраты энергии на подъём тела массой 1 кг на высоту 20 метров

Время разгона, t_p *секунд*	Набранная скорость, *метров в секунду*	Путь, пройденный во время разгона, *метров*	Путь, пройденный при равномерном движении, *метров*	Путь, пройденный при торможении, *метров*	Время работы двигателя при равномерном движении, t *секунд*	Общие относительные затраты топлива (энергии)
0,01	0,098	0,0005	19,9990	0,0005	203,86	**203,88**
0,02	0,196	0,0020	19,9961	0,0020	101,92	**101,96**
0,03	0,294	0,0044	19,9912	0,0044	67,93	**67,99**
0,04	0,392	0,0078	19,9843	0,0078	50,93	**51,01**
0,05	0,491	0,0123	19,9755	0,0123	40,72	**40,82**
0,06	0,589	0,0177	19,9647	0,0177	33,92	**34,04**
0,08	0,785	0,0314	19,9372	0,0314	25,40	**25,56**
0,10	0,981	0,0491	19,9019	0,0491	20,29	**20,49**
0,15	1,472	0,1104	19,7793	0,1104	13,44	**13,74**
0,20	1,962	0,1962	19,6076	0,1962	9,99	**10,39**
0,25	2,453	0,3066	19,3869	0,3066	7,90	**8,40**
0,30	2,943	0,4415	19,1171	0,4415	6,50	**7,10**
0,35	3,434	0,6009	18,7983	0,6009	5,47	**6,17**
0,40	3,924	0,7848	18,4304	0,7848	4,70	**5,50**
0,45	4,415	0,9933	18,0135	0,9933	4,08	**4,98**
0,50	4,905	1,2263	17,5475	1,2263	3,58	**4,58**
0,55	5,396	1,4838	17,0325	1,4838	3,16	**4,26**
0,60	5,886	1,7658	16,4684	1,7658	2,80	**4,00**
0,65	6,377	2,0724	15,8553	2,0724	2,49	**3,79**
0,70	6,867	2,4035	15,1931	2,4035	2,21	**3,61**
0,75	7,358	2,7591	14,4819	2,7591	1,97	**3,47**
0,80	7,848	3,1392	13,7216	3,1392	1,75	**3,35**
0,85	8,339	3,5439	12,9123	3,5439	1,55	**3,25**
0,90	8,829	3,9731	12,0539	3,9731	1,37	**3,17**
0,95	9,320	4,4268	11,1465	4,4268	1,20	**3,10**
1,00	9,810	4,9050	10,1900	4,9050	1,04	**3,04**
1,10	10,791	5,9351	8,1299	5,9351	0,75	**2,95**

1,20	11,772	7,0632	5,8736	7,0632	0,50	**2,90**
1,30	12,753	8,2895	3,4211	8,2895	0,27	**2,87**
1,40	13,734	9,6138	0,7724	9,6138	0,06	**2,86**
1,42	13,930	9,8904	0,2191	9,8904	0,02	**2,86**

Thus, I found that, based on my belief that "***the same energy is needed to raise one pound by four feet and four pounds per foot***" and, being absolutely convinced of the principle of retaining "manpower" **Leibniz made the greatest mistake since the time of physics, suggesting that energy is not the quantity of motion equal to the product of mass by speed mV, but rather a new quantity, invented by it, equal to the product of the mass per square of the velocity mV^2**.

It should be noted that this was done by Leibniz not because of some observations, experimental data, but purely mathematically, for the simple reason that in that case Leibniz's head, as they say, "fused". This cognitive dissonance that existed in the minds of the scientists of that time ("*some scientists have become so confused* ..."), about the alleged contradiction between the established law of conservation of momentum (the efforts of Descartes and other known natural scientists), with one side, and the notion of the immutability of the magnitude of the "manpower" needed to accomplish work on raising the same number of foot-pounds, on the other hand, was eliminated.

Таким образом, я установил, что, основываясь на своей вере в то, что «***одна и та же энергия потребна для поднятия одного фунта на четыре фута и четырех фунтов на один фут***» и, будучи совершенно убеждённым в принципе сохранения «живой силы»**, Лейбниц и допустил величайшую ошибку со времён становления физики, предложив считать за энергию не количество движения, равное произведению массы на скорость mV, а некую новую, придуманную им величину, равную произведению массы на квадрат скорости mV^2.**

Следует отметить, это было сделано Лейбницем не в силу каких-то наблюдений, опытных данных, а чисто математически – по той простой причине, что в таком случае в голове у Лейбница, что называется, «срасталось». Этим, оказавшимся неверным, предложением Лейбница когнитивный диссонанс, существовавший в головах учёных того времени («***…некоторые ученые так запутались…***»), по поводу существующего якобы противоречия между установленным опытным путём (стараниями Декарта и других известных естествоиспытателей) закона сохранения импульса, с одной стороны, и представлениями о неизменности величины «живой силы», потребной для совершения работы по подъёму одного и того же количества футо-фунтов, с другой стороны, был ликвидирован.

Many thanks to everyone who finished this work to the end.
If anyone found any fundamental mistakes in it, as well as misuse of English terms, or the English vocabulary of grammar, write to me at e-mail d-pi@yandex.ru - in any language.
I normally take reasonable and constructive criticism and will be happy with any help.