Международная физическая олимпиада
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»
2026–2027 учебный год. Отборочный этап

Задачи для 8 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **29 ноября**.
Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице https://www.formulo.org/ru/olymp/2026-phys-ru/.
Число в квадратных скобках (например, **[3]**) обозначает номер поля, в которое надо вводить ответ на данный вопрос. Во всех ответах размерности вводить не требуется.

8.1. (4 балла) На мебельной фабрике при соединении деталей используют шканты - специальные деревянные крепления цилиндрической формы, которые забиваются в пазы деталей молотком массой $M = 0{,}500$ кг. Молоток поднимают на высоту $h = 0{,}200$ м и отпускают без начальной скорости. После удара молотком шкант углубляется в паз на расстояние $s = 0{,}500$ см.

[1] Вычислите среднюю силу удара, если масса шканта $m = 5{,}00$ г.

Замечание. Ускорение свободного падения принять равным $g = 9{,}80\,\text{м/с}^2$. (*А.А. Черенков*)

8.2. (5 баллов) Перед установкой на лёгкий самолёт поршневой авиационный двигатель проверяют на испытательном стенде. В установившемся режиме двигатель развивает механическую мощность 110,0 кВт. Для охлаждения двигателя через него непрерывно прокачивают воду по трубопроводу внутренним диаметром 40,0 мм. Средняя скорость движения воды в трубопроводе равна 1,25 м/с. Проходя через систему охлаждения двигателя, вода нагревается на $25{,}0^oC$.

[2] Определите КПД двигателя в процентах.

Замечание. Считать, что вся энергия, не превращённая двигателем в механическую работу, передаётся охлаждающей воде. Плотность воды принять равной 1000,0 кг/м^3, удельную теплоёмкость воды — 4200,0 Дж/(кг $\cdot^o$ С). (*А.А. Черенков*)

8.3. (5 баллов) В школу на урок физики пришел фокусник. Демонстрируя свои магические способности, он показал фокус с мгновенным превращением воды в лед. Для этого он взял обычную бутылку с водой, аккуратно поставил ее на стол и легонько щелкнул по бутылке пальцем. После этого 10,0% всей воды стремительно превратилось в лед. Петя внимательно наблюдал за исполнением трюка и понял, что весь секрет кроется в температуре воды.

[3] Вычислите, какой температуры в градусах Цельсия была вода у фокусника.

Замечание. Удельная теплоемкость воды $c = 4{,}2$ кДж/кг К, удельная теплота плавления льда $\lambda = 0{,}34$ МДж/кг. (*А.А. Черенков*)

8.4. (6 баллов) Во время ремонта городского фонтана один из патрубков системы подачи воды оказался направлен вертикально вверх. После включения насоса из него начала бить струя воды. По показаниям расходомера рабочие определили, что через патрубок проходит 97,5 л воды в минуту. На высоте 2,00 м над выходным отверстием диаметр струи оказался равен 2,00 см.

[4] Определите площадь выходного отверстия патрубка.

Замечание. Течение воды считать установившимся, сопротивлением воздуха и вязкостью воды пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным 9,80 м/с^2. Ответ дать в квадратных сантиметрах. (*А.А. Черенков*)

8.5. (6 баллов) Саша собирался заварить чай и налил $V_1 = 1{,}4$ л воды в электрический чайник мощностью $P = 2400$ Вт. Когда вода закипела, чайник автоматически выключился, но

Саша отвлёкся и вернулся к нему только через $\tau_1 = 50{,}0$ с. Он снова включил чайник, и через $\tau_2 = 10{,}0$ с вода вновь закипела, после чего чайник автоматически выключился. Сразу после этого Саша снял с чайника крышку, задумался, случайно снова его включил и ушел в соседнюю комнату. Так как чайник был открытым, автоматическое отключение не сработало.

[5] Вычислите, какая масса воды осталась в чайнике, если Саша вернулся и выключил его через $\tau_3 = 230$ с.

Замечание. Мощность теплопотерь в окружающую среду считать постоянной на протяжении всего опыта. Теплоемкостью чайника пренебречь. Плотность воды $\rho = 1000{,}0$ кг/м^3, удельная теплота парообразования воды $L = 2{,}3$ МДж/кг. (*А.А. Черенков*)

8.6. (7 баллов) Во время ремонта лодки рабочий случайно уронил за борт герметичный ящик с инструментами общей массой 5,0 кг. Ящик имеет форму прямоугольного параллелепипеда размерами 20,0 см $\times$15 см $\times$10,0 см. Ящик опустился на дно, причем его центр оказался на глубине 3,0 м. Рабочий зацепил ящик тросом и с помощью лебёдки стал медленно поднимать его вертикально вверх. Во время подъёма ящик сохранял горизонтальное положение, причём его ребро длиной 10,0 см было направлено вертикально. Подъём продолжался до тех пор, пока центр ящика не оказался на высоте 0,80 м над поверхностью воды.

[6] Какую работу совершила лебёдка при подъёме ящика?

Замечание. Плотность воды принять равной 1000,0 кг/м^3, ускорение свободного падения — 9,8 м/с^2. Сопротивлением воды и массой троса пренебречь. Ответ дать в Джоулях.

(*А.А. Черенков*)

8.7. (7 баллов) Собираясь на рыбалку на речку, Ваня решил сам сделать поплавок из гусиного пера и пробки. Он очистил перо от опахала и взвесил его: масса пера оказалась равной 0,20 г. На нижнюю часть пера Ваня плотно надел цилиндрическую пробку высотой 15 мм и диаметром 12 мм. Сначала Ваня закрепил пробку так, что от её нижнего края до нижнего конца пера оставалось 3,0 см, прикрепил грузило массой 0,50 г и опустил поплавок в воду. После установления равновесия поверхность воды оказалась на 4,0 мм выше нижнего края пробки. Ване не понравилось, как поплавок сидит в воде, поэтому он передвинул пробку выше: теперь от её нижнего края до нижнего конца пера было 5,0 см. Кроме того, он заменил грузило на другое массой 0,78 г. После повторного погружения поверхность воды установилась на 3,0 мм выше нижнего края пробки.

[7] Определите плотность материала пробки.

Замечание. Плотность воды принять равной 1,0 г/см^3, ускорение свободного падения $g = 9{,}8$м/с^2. Нижнюю часть пера считать цилиндрической. Объёмами грузил и лески пренебречь. Ответ дать в граммах на сантиметр кубический. (*А.А. Черенков*)

Международная физическая олимпиада
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»
2026–2027 учебный год. Отборочный этап

Задачи для 9 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **29 ноября**.
Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице https://www.formulo.org/ru/olymp/2026-phys-ru/.
Число в квадратных скобках (например, **[3]**) обозначает номер поля, в которое надо вводить ответ на данный вопрос. Во всех ответах размерности вводить не требуется.

9.1. (4 балла) В старой каменноугольной шахте имеется лифт. Когда рабочие вызвали лифт наверх, он стал подниматься с постоянным ускорением $a = 1{,}2$ м/с^2. Через некоторое время после начала движения от сильной тряски с потолка начал падение винт, который удерживал лампу.

[1] Вычислить полное время падения винта, если высота лифта $h = 2{,}7$м.

Замечание. Ускорение свободного падения принять равным $g = 9{,}8$ м/с^2. Сопротивлением воздуха пренебречь. (*А.А. Черенков*)

9.2. (4 балла) В баллистической лаборатории испытывали партию патронов. При испытании производится выстрел свинцовой пулей, при этом ей сообщается начальная скорость равная 400,0 м/с, после чего пуля попадает в массивную стальную стену. Исследование показало, что только 62,5% приобретенной после выстрела кинетической энергии пули перешло в её внутреннюю энергию. Сразу после выстрела температура пули была равна $33{,}0^oC$.

[2] Какая часть массы пули расплавилась при ударе?

Замечание. Температура плавления свинца равна 327^oC, его удельная теплоёмкость — 125 Дж/(кг $\cdot^o$ С), удельная теплота плавления — 25,0 кДж/кг. Теплообменом с окружающей средой за время удара пренебречь. Ответ дать в процентах. (*А.А. Черенков*)

9.3. (5 баллов) На лесопилке ствол дерева радиуса $R = 20{,}0$ см подают в установку для очистки от коры. Ствол зажат между двумя параллельными движущимися лентами, расположенными сверху и снизу. Ленты движутся со скоростями $v_1 = 1{,}5$ м/с и $v_2 = 0{,}50$ м/с в одну сторону. Для полной очистки от коры ствол должен совершить 5 полных оборотов вокруг оси.

[3] Определите, сколько времени уходит на очистку одного ствола.

Замечание. Проскальзывания ствола относительно лент нет. (*А.А. Черенков*)

9.4. (5 баллов) Во время зимней лабораторной работы по физике ученикам предложили определить коэффициент трения санок о снег. Санки разогнали у подножия прямого заснеженного склона, наклонённого под углом $\alpha = 10{,}0^o$ к горизонту. После подъёма санки остановились и скатились обратно. Время подъёма и время спуска измеряли секундомером и получили значения $t_1 = 3{,}0$ с и $t_2 = 4{,}0$ с соответственно.

[4] Определить коэффициент трения полозьев санок о снег.

(*А.А. Черенков*)

9.5. (6 баллов) В солнечный безветренный день Маша играла на детской площадке в песочнице и насыпала высокую горку из сухого песка. Оказалось, что угол наклона горки к горизонту после осыпания песка равен 35^o. Затем подул горизонтальный ветер, и часть песка сдуло. Маша снова начала строительство горки, аккуратно насыпая новый песок.

[5] Каков наибольший возможный угол наклона одного из склонов горки к горизонту, если ветер действует на песчинки на поверхности горки с силой в десять раз меньшей силы тяжести песчинки?

Замечание. Считать, что ветер дует без порывов, не меняет направление и скорость. Ускорение свободного падения принять равным 9,8 м/с^2. Ответ дать в градусах. *(А.А. Черенков)*

9.6. (6 баллов) Даша решила собрать механическую модель змеи из 11 одинаковых деревянных брусков массой 300,0 г каждый. Бруски расположены в ряд на горизонтальном столе и последовательно соединены 10 лёгкими пружинами. Если перечислять пружины от «хвоста» к «голове», то их жёсткости равны k, $2k$, $3k$, $\ldots$, $10k$ соответственно, где $k =$ 100,0 Н/м. Чтобы привести свою змею в движение, Даша привязала ниточку к «голове» змеи и потянула ее с постоянной горизонтальной силой $F = 33{,}00$ Н. Коэффициент трения скольжения каждого бруска о стол равен 0,2000.

[6] На сколько сантиметров увеличится общая длина механической змеи после того, как установится движение, при котором все бруски движутся с одинаковым ускорением?

Замечание. Перед началом движения все пружины были в недеформированном состоянии.

(А.А. Черенков)

9.7. (7 баллов) На занятии физического кружка Антон исследовал работу электрического кипятильника. В сосуд он поместил 600,0 г воды и 80,0 г льда, находящихся в состоянии теплового равновесия при температуре $0{,}00^oC$. Кипятильник подключили к источнику постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} =$220 В и внутренним сопротивлением $r = 8{,}00$ Ом. Вольт-амперная характеристика кипятильника описывается зависимостью $I = 2{,}5\sqrt{\frac{U}{200}}$, где U — напряжение на кипятильнике, выраженное в вольтах, а I — сила тока через него в амперах.

[7] Через какое время после включения вода в сосуде достигнет температуры кипения?

Замечание. Теплоёмкостью сосуда и кипятильника, а также потерями теплоты в окружающую среду пренебречь. Удельную теплоёмкость воды принять равной 4200 Дж/(кг $\cdot^o$ С), удельную теплоту плавления льда — 340 кДж/кг. Температуру кипения воды считать равной $100{,}0^oC$.

(А.А. Черенков)

Международная физическая олимпиада
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»
2026–2027 учебный год. Отборочный этап

Задачи для 10 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **29 ноября**.
Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице https://www.formulo.org/ru/olymp/2026-phys-ru/.
Число в квадратных скобках (например, **[3]**) обозначает номер поля, в которое надо вводить ответ на данный вопрос. Во всех ответах размерности вводить не требуется.

10.1. (5 баллов) На стройке нового моста рабочие транспортировали горизонтально расположенную бетонную плиту вертикально вверх со скоростью $u = 0{,}450$ м/с. Мимо проходил хулиган и сбросил с начальной скоростью $v = 2{,}00$ м/с мяч строго вниз на плиту.

[1] Через сколько времени мяч ударится о плиту второй раз, если первоначальное расстояние между плитой и мячом $h = 2{,}45$ м.

Замечание. Удары мяча о плиту считать абсолютно упругими. Ускорение свободного падения принять равным $g = 9{,}80$ м/с^2. Сопротивлением воздуха пренебречь. (*А.А. Черенков*)

10.2. (5 баллов) На занятии по устройству поршневых двигателей школьникам показали работу поршневого воздушного насоса. В качестве практического задания им предложили рассчитать, сколько рабочих ходов должен совершить поршень насоса, чтобы откачать воздух из герметичного сосуда объёмом $V = 4{,}00$ л и уменьшить давление в нём от $p_0 = 100{,}00$ кПа до $p = 51{,}2$ кПа. Рабочий объём насоса за один ход равен $\Delta V = 1{,}00$ л.

[2] Определите необходимое число ходов поршня.

Замечание. Температуру воздуха считать постоянной. После каждого хода воздух, поступивший в насос, полностью удаляется наружу. (*А.А. Черенков*)

10.3. (5 баллов) В лаборатории разрабатывают прототип квантового процессора на захваченных ионах. Четыре одинаковых однократно ионизованных атома имеют заряд $q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл. В начальной конфигурации ионы удерживаются вдоль одной прямой, причём расстояние между соседними ионами равно $r = 6{,}0$ мкм. Затем управляющие электроды ловушки медленно перестраивают так, что ионы оказываются в вершинах правильного тетраэдра с ребром 6,0 мкм.

[3] Какую работу необходимо совершить при такой перестройке конфигурации ионов? Ответ дать в миллиэлектронвольтах.

Замечание. Считать, что процесс происходит достаточно медленно, а изменением кинетической энергии ионов можно пренебречь. (*А.А. Черенков*)

10.4. (6 баллов) Петя пошел в поликлинику прививаться от клещевого энцефалита. Перед тем как поставить укол, медсестра выпустила весь воздух из шприца диаметром $d = 1{,}6$ см, надавливая на его поршень с силой $F = 2{,}0$ Н. Воздух выпускают до тех пор, пока из иглы не вылетит струя активного вещества.

[4] Какова максимальная дальность полета струи, если шприц медсестра держит на высоте $h = 1{,}0$ м над полом?

Замечание. Плотность раствора препарата принять равной $\rho = 1200$ кг/м^3. Трением поршня, потерями давления при движении жидкости через иглу и сопротивлением воздуха пренебречь. Скорость жидкости внутри цилиндра шприца считать малой по сравнению со скоростью струи. Ускорение свободного падения принять равным $g = 9{,}8$ м/с^2. (*А.А. Черенков*)

10.5. (6 баллов) Вася собрал из конструктора пружинную игрушку: две небольшие тележки массами 200 г и 600 г соединены лёгкой пружиной. Игрушку мальчик поставил на гладкий горизонтальный стол, причем первая легкая тележка упирается в неподвижный бортик.

Вася придвинул вторую тележку к первой, сжав пружину на 4 см, и удерживал её в таком положении. Затем он аккуратно отпустил вторую тележку, не сообщая ей начальной скорости.

[5] Сколько сантиметров составит максимальное удлинение пружины после отпускания тележки?

Замечание. Массой пружины и сопротивлением движению тележек пренебречь.

(*А.А. Черенков*)

10.6. (6 баллов) Во время урока физики в школе ученики проводят опыт с лёгким цилиндрическим сосудом длиной 60,0 см, который может без трения перемещаться по горизонтальной направляющей. Неподвижная относительно сосуда перегородка делит его на две равные части. Слева от перегородки находится кислород, справа — азот. До начала опыта оба газа имеют одинаковую температуру, сосуд неподвижен. Затем перегородку делают проницаемой для газов. После установления равновесия оказалось, что сосуд сместился на 5,0 см в сторону той половины, в которой первоначально находился азот.

[6] Во сколько раз начальное давление азота должно быть больше начального давления кислорода?

Замечание. Молярные массы кислорода и азота принять равными соответственно $\mu_{O_2} = 32$ г/моль,$\mu_{N_2} = 28$ г/моль. Массой сосуда и перегородки пренебречь. Газы считать идеальными.

(*А.А. Черенков*)

10.7. (7 баллов) С поверхности Земли производится пушечный выстрел под углом $\alpha = 60{,}0^o$. Начальная скорость снаряда равна $v = 200{,}0$ м/с. Достигнув верхней точки траектории, снаряд разрывается на три осколка массами $m_1 = 1{,}0$ кг,$m_2 = 2{,}0$ кг,$m_3 = 3{,}0$ кг. В системе отсчета, связанной с центром масс системы, скорости осколков направлены под углом 120^o друг к другу.

[7] Определите наибольшую возможную скорость одного из осколков, если при взрыве выделилась энергия $Q = 25$ кДж.

Замечание. Ускорение свободного падения принять равным $g = 9{,}8\,\text{м/с}^2$. Сопротивлением воздуха пренебречь.

(*А.А. Черенков*)

Международная физическая олимпиада
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»
2026–2027 учебный год. Отборочный этап

Задачи для 11 класса

Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **29 ноября**.
Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице https://www.formulo.org/ru/olymp/2026-phys-ru/.
Число в квадратных скобках (например, **[3]**) обозначает номер поля, в которое надо вводить ответ на данный вопрос. Во всех ответах размерности вводить не требуется.

11.1. (4 балла) Маша собирает для научной конференции прототип газового индикатора разности температур. Две герметичные камеры объёмами 300,0 см^3 и 500,0 см^3 она соединила горизонтальной прозрачной трубкой длиной 2,00 м и площадью поперечного сечения 1,00 см^2. В трубке находится лёгкая герметичная теплоизолирующая перегородка, способная двигаться без трения. Первоначально она расположена точно посередине трубки. По обе стороны находится один и тот же идеальный газ при температуре 27,0^oC, система находится в механическом равновесии. Затем левую камеру вместе с находящимся в ней газом нагревают до 57,0^oC, а правую охлаждают до 7,00^oC.

[1] На сколько сантиметров переместится перегородка после установления нового равновесия?

Замечание. Теплообменом через перегородку и изменением объёмов камер и трубки при нагревании и охлаждении пренебречь. (*А.А. Черенков*)

11.2. (5 баллов) На даче у Дани в прихожей висели старые маятниковые часы. Температура в прихожей была 10,0^oC, причем часы шли точно. Позднее бабушка попросила Даню перенести часы в соседнюю комнату, где уже была протоплена печь и поддерживалась постоянная температура 25^oC. Через 3,0 часа Даня сравнил показания часов с точным временем и обнаружил, что они отстали на 1,5 с. Стержень маятника изготовлен из одного из следующих материалов:

№	Материал	α, 10^{-6} К$^{-1}$
1	Сталь	12
2	Медь	17
3	Латунь	19
4	Алюминий	23

[2] Определите, из какого материала изготовлен стержень маятника, в ответ запишите его номер в соответствии с таблицей.

Замечание. Считать груз маятника точечным, стержень лёгким, колебания маятника малыми. При решении полагать, что после переноса часы быстро нагрелись до температуры комнаты и в течение всего времени наблюдения их температура оставалась постоянной, причем температурной деформации подвергается только стержень. (*А.А. Черенков*)

11.3. (5 баллов) На школьном чаепитии Петя решил показать классический фокус: выдернуть скатерть из-под стоящей на ней вазы так, чтобы ваза не опрокинулась. Ваза имеет форму цилиндра высотой $h = 15$ см и радиусом основания $r = 5{,}0$ см. Масса цилиндрической стенки вазы в 5,0 раз больше массы ее дна. Перед выполнением фокуса Петя решил определить, при каких условиях ваза вместо проскальзывания по скатерти может начать опрокидываться.

[3] Найдите минимальный коэффициент трения покоя между вазой и скатертью, при котором опрокидывание возможно.

Замечание. Стенки и дно вазы считать тонкими и однородными. Скатерть движется горизонтально с постепенно увеличивающимся ускорением. Ускорение свободного падения принять равным $g = 9{,}8\,\text{м/с}^2$. (*А.А. Черенков*)

11.4. (6 баллов) На уроке физики Коля выполнял лабораторную работу, посвященную

гидростатическим явлениям. Он взял сосуд в форме усечённого конуса высотой 8,00 см. Площади его оснований равны 108 см^2 и 12,0 см^2. Одно из оснований сосуда открыто, а другое закрыто лёгким приставным дном. Коля вертикально погрузил сосуд в воду и закрепил его так, чтобы приставное дно было горизонтально. Сначала Коля постепенно наливал в сосуд воду. Когда масса налитой воды достигла 304 г, приставное дно оторвалось. При этом перед отрывом вода в сосуде поднялась до уровня, на котором площадь поперечного сечения равна 48,0 см^2. После этого Коля установил дно обратно, оставив сосуд в том же положении и на той же глубине, вылил воду и поставил на дно гирю массой 304 г. На этот раз дно не оторвалось. Наконец, Коля убрал гирю и начал постепенно наливать в сосуд масло.

[4] При какой минимальной массе масла в сосуде дно оторвется?

Замечание. Плотность воды принять равной $\rho = 1{,}00$ г/см^3, плотность масла $\rho_м = 0{,}800$ г/см^3.

(*А.А. Черенков*)

11.5. (6 баллов) На один из уроков физики Коля сделал макет молекулы. Четыре легких одинаковых маленьких шарика, изображающих атомы, он привязал одинаковыми тонкими легкими непроводящими нитями к одному центральному креплению. Во время демонстрации макета каждому шарику был сообщен одинаковый положительный заряд $q = 2{,}0 \cdot 10^{-7}$ Кл, причем после установления равновесия все шарики оказались на одинаковых расстояниях $a = 30{,}0$ см друг от друга.

[5] Определите силы натяжения нитей в макете после установления равновесия.

Замечание. Постоянную Кулона принять равной $k = 9{,}0 \cdot 10^9$ $\frac{\text{Н}\cdot\text{м}^2}{\text{Кл}^2}$. Ответ дать в миллиНьютонах.

(*А.А. Черенков*)

11.6. (6 баллов) В вертикальной плоскости закреплено диэлектрическое кольцо радиусом $R = 10{,}0$ см. В верхней левой и нижней левой вершинах вписанного в кольцо квадрата закреплены два маленьких положительно заряженных шарика A и B с зарядами q_A и q_B соответственно, причем сторона AB квадрата расположена вертикально. По кольцу без трения могут перемещаться два одинаковых шарика C и D массой $m = 0{,}90$ г каждый, имеющие одинаковые положительные заряды $q = 0{,}20$ мкКл. Шарики C и D находятся в равновесии соответственно в верхней правой и нижней правой вершинах квадрата.

[6] На сколько микрокулонов заряд нижнего закрепленного шарика B должен быть больше заряда верхнего шарика A?

Замечание. Размером шариков пренебречь. Кулоновскую постоянную принять равной $k = 9{,}0 \cdot 10^9$ Н·м^2/Кл^2. Ускорение свободного падения принять равным $g = 9{,}8$ м/с^2.

(*А.А. Черенков*)

11.7. (7 баллов) На уроке физики школьники исследовали устойчивость тел на наклонной плоскости. Учитель предложил изготовить необычный цилиндр, который благодаря смещённому центру масс сможет оставаться в равновесии на наклонной доске. Для опыта взяли однородный цилиндр радиусом $R = 6$ см и сделали в нем цилиндрический вырез радиусом $r = 3$ см, ось которого параллельна оси исходного цилиндра. Цилиндр кладут на доску, один конец которой медленно поднимают. Коэффициент трения между цилиндром и доской равен $\mu = 0{,}2$.

[7] Определите максимально возможный угол наклона доски к горизонту, при котором цилиндр находится в равновесии.

(*А.А. Черенков*)