Международная физическая олимпиада
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»
2020–2021 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 2020 года**.
Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице formulo.org/ru/olymp/2020-phys-ru/.

8.1. В спиртовом термометре Реомюра интервал между температурами таяния льда $0°\text{Re} = 0°\text{C}$ и кипения воды $80°\text{Re} = 100°\text{C}$ разделен не на 100 частей, как в термометре Цельсия, а на 80 частей.
Какова нормальная температура $36,6°$ человеческого тела в °Re? Ответ округлите до десятых. (*Фольклор*)

8.2. Автомобиль имеет КПД = 0,2 и расходует 8 л бензина плотностью 700 кг/м^3 и удельной теплотой сгорания $4 \cdot 10^7$ Дж/кг на 100 км пути. Известно, что сила сопротивления для автомобиля растет прямо пропорционально скорости: $F = bv$, где $b = 16\ \frac{Н}{\text{м/с}}$.
Найдите скорость, при которой рассчитаны эти характеристики автомобиля. Ответ дайте в км/ч, округлив до целого числа. (*А. М. Минарский*)

8.3. Метеорит массой 22,5 миллиарда тонн со скоростью 20 км/с попадает в океан начальной температуры 20°C. Площадь океана 350 млн км^2, средняя глубина океана 3 км, удельная теплоемкость воды 4200 $\frac{\text{Дж}}{\text{кг·град}}$, удельная теплота парообразования воды $3,3 \cdot 10^6$ Дж/кг.

[1] На сколько «миллиградусов» ($0,001$°C) нагреется океан, если все тепло распределится равномерно?

[2] Какая максимальная масса (в миллиардах тонн) воды могла бы испариться из-за такого метеорита при неравномерном нагреве?

В обоих вопросах ответ округлите до целого числа. (*А. М. Минарский*)

8.4. В теплоизолированном сосуде в воде плавает кусок льда массой $m = 0,1$ кг, в который вмерзла свинцовая дробинка. Когда к льдинке подвели теплоту 20 кДж, она начала тонуть. Плотность льда $0,9$ г/см^3, теплота плавления льда 340 кДж/кг, плотность свинца $11,3$ г/см^3.
Какова масса дробинки? Ответ дайте в граммах, округлив до целого числа. (*Фольклор*)

8.5. В бассейне плавает лодка с человеком и массивными ядрами одинакового размера. Человек начинает выбрасывать ядра из лодки. Первое ядро упало в воду. Второе упало на край бассейна. Подцепив первое ядро веслом, человек смог достать его из воды в лодку.
Для каждого из 4 интервалов времени укажите, как меняется уровень воды в бассейне от времени (1 = не изменится, 2 = увеличится, 3 = уменьшится):

[1] Уровень после падения первого ядра в воду.

[2] Уровень после падения второго ядра на берег.

[3] Уровень после поднятия первого ядра на борт.

[4] Конечный уровень относительно первоначального.

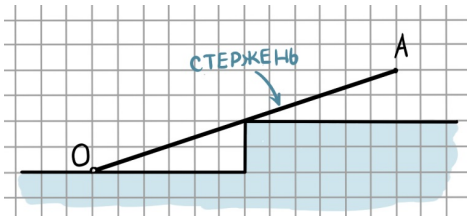
(*А. В. Сокол, А. М. Минарский*)

8.6. Два бегуна бегут друг за другом по кругу на спортивной площадке с постоянной скоростью. Каждые 12 минут первый обгоняет второго. Навстречу бегунам бежит пёс Рекс, который каждые 3 минуты встречается со вторым.
Через какой промежуток времени происходят встречи Рекса с первым? Ответ укажите в секундах, округлив до целого числа. (*Фольклор*)

8.7. Два одинаковых сообщающихся сосуда, соединенных мягкой трубкой, наполнены водой и установлены на горизонтальном столе. На дно одного из сосудов кладут кубик, кубик полностью покрывается водой. Масса кубика $m = 100$ г, его плотность $\rho = 2,5$ г/см^3. Площадь дна каждого сосуда равна 20 см^2.
[1] На сколько изменится давление первого сосуда на стол?
[2] На сколько изменится давление второго сосуда на стол?
Ответы укажите в паскалях, округлив до целого числа.
Примечание: ускорение свободного падения считайте равным $g = 10$ Н/кг.
(*А. В. Сокол, А. М. Минарский*)

8.8. В цехе для закалки деталей стоит чан с водой объёмом 100 л при температуре $T_1 = 30°$C. В чан опускают железную заготовку массой 10 кг при температуре 500°C. Через некоторое время часть воды из чана испарилась и температура воды стала равной $T_2 = 34°$C.
Какая масса воды испарилась? Ответ укажите в граммах, округлив до целого числа.
Примечание: удельная теплоёмкость воды 4200 $\frac{\text{Дж}}{\text{кг·град}}$, её удельная теплота парообразования при температуре кипения 2,3 МДж/кг, а удельная теплоёмкость железа 460 $\frac{\text{Дж}}{\text{кг·град}}$. (*А. В. Сокол*)

8.9. Массивный однородный стержень массой 20 кг, который закреплён в точке O и может вращаться вокруг неё, лежит, опираясь на ступеньку (см. рисунок с масштабной сеткой с квадратными клетками). Какую минимальную силу нужно приложить к концу стержня A, чтобы её можно было приподнять? Ответ дайте в Ньютонах, округлив до целого числа.



Примечание: ускорение свободного падения считайте равным $g = 10$ Н/кг.
(*И. В. Демидов*)

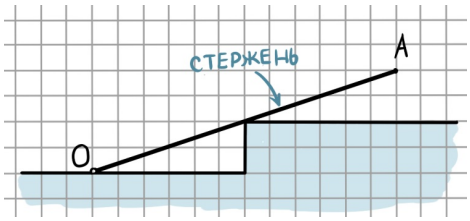
8.10. Три друга: Винни Пух, Пятачок и ослик Иа-Иа решили отправиться в поход от домика Совы до Высокого-Превысокого дуба. Каждый из них идёт с постоянной скоростью. Иа-Иа ходит медленно, поэтому он решил отправится заранее и дошёл до дуба ровно за 3 часа. Когда ослик прошёл ровно одну треть пути, его обогнал Пятачок, а ещё через полчаса его обогнал Винни-Пух. Известно, что Винни-Пух и Пятачок стартовали одновременно, Пятачок всё время бежал, поэтому его скорость была в 1,5 раза больше скорости Винни-Пуха.
[1] Во сколько раз Пятачок бежал быстрее, чем шёл Иа-Иа?
[2] Сколько времени (в часах) Винни-Пух потратил на дорогу?
[3] Сколько времени (в часах) Пятачку пришлось ждать ослика под Высоким-Превысоким дубом?
Все ответы дайте с точностью до десятых. (*А. М. Минарский, Н. А. Богословский*)

Международная физическая олимпиада
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»
2020–2021 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 2020 года**.
Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице formulo.org/ru/olymp/2020-phys-ru/.

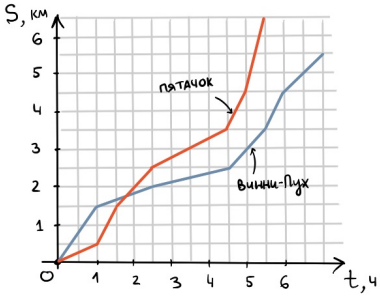
9.1. Массивный однородный стержень массой 20 кг, который закреплён в точке O и может вращаться вокруг неё, лежит, опираясь на ступеньку (см. рисунок с масштабной сеткой с квадратными клетками).



Какую минимальную силу нужно приложить к концу стержня A, чтобы её можно было приподнять? Ответ дайте в Ньютонах, округлив до целого числа.
Примечание: ускорение свободного падения считайте равным $g = 10$ Н/кг. (*И. В. Демидов*)

9.2. Имеется 2020 одинаковых пронумерованных шариков, температуры которых изменяются в соответствии с арифметической прогрессией: $T_1 = T$, $T_2 = 2T$, $T_3 = 3T$, $\ldots$, $T_{2020} = 2020T$ (величина T измеряется в цельсиях). Все шарики поместили в теплоизолированный сосуд с пренебрежимо малой теплоемкостью.
Какая температура (в градусах) будет у шариков через достаточно большой промежуток времени, если известно, что если бы в сосуде были только два шарика с номерами 1000 и 2000, то они будут иметь установившуюся температуру 1800°C? Ответ округлите до целого числа. (*И. В. Демидов*)

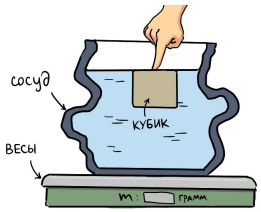
9.3. На рисунке представлен график пройденного Винни-Пухом и Пятачком пути от времени.



[1] Кто из них смог в некоторый момент времени достичь наибольшей средней скорости за прошедшую часть времени прогулки? Если Винни-Пух, то напишите «В», иначе укажите «П».
[2] Чему равно это максимальное значение средней скорости? Ответ дайте в км/ч, округлив до десятых. (*И. В. Демидов*)

9.4. На тележке, движущейся по инерции, находится ленивый Незнайка и два одинаковых мешка яблок. Тележка едет относительно медленно, со скоростью 3 м/с. Незнайке было лень толкать тележку, поэтому он подумал и решил, что может выкинуть часть яблок, тем самым уменьшив общую массу тележки (все равно он так много яблок не съест). Тогда, решил он, по закону сохранения импульса, при уменьшении массы тележки ее скорость должна возрасти. Поэтому он взял мешок яблок, и разом выкинул их в направлении, перпендикулярном движению тележки.
За какое время (в секундах) Незнайка доедет до конечного пункта, если ему осталось ехать 12 км? Ответ округлите до целого числа.
Примечание: Суммарная масса Незнайки и тележки равна 25 кг, а масса одного мешка яблок равна 5 кг. Трения нет. (*И. В. Демидов*)

9.5. На весах стоит сосуд произвольной формы с водой, в которой плавает деревянный кубик. Плотность воды $\rho_в = 1$ г/см^3, дерева $\rho_д = 0,7$ г/см^3, сторона кубика $a = 10$ см.



На сколько изменятся показания весов, если теперь надавить на кубик так, чтобы он полностью скрылся под водой (не погружая при этом палец в воду)? Ответ дайте в килограммах, округлив до десятых. (*И. В. Демидов*)

9.6. Муля пошёл в поход и взял с собой палатку и спальный мешок. Вечером было тепло и Муля заснул на улице. Ночью стало холодать и при температуре воздуха $T_1 = 18$°C Муля начал замерзать и перебрался в пустую палатку и лёг там тоже без спальника. Когда температура воздуха на улице опустилась до $T_2 = 14$°C он стал замерзать в палатке. Тогда он вылез из палатки,

залез в спальный мешок и стал спать дальше. Когда температура воздуха опустилась до $T_3 = 9°C$ Муля опять начал замерзать. Тогда он в спальном мешке перебрался обратно в палатку.

[1] При какой температуре воздуха T_4 (в градусах) он начнет замерзать в спальном мешке в палатке? Ответ округлите до целого числа.

[2] Сколько минимум человек должны спать в такой палатке в таких спальных мешках, чтобы они не замерзали при температуре на улице, равной $T_0 = 0°$?

Считайте, что человек во время сна выделяет тепло с некоторой постоянной скоростью, причем эта скорость не зависит от температуры окружающей среды.

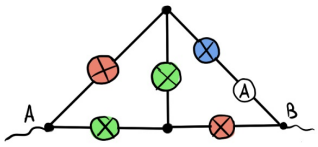
(*А. М. Минарский, Н. А. Богословский*)

9.7. Обозначим через M массу Луны, R — радиус Луны, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}\ \frac{\text{Н}\cdot\text{м}^2}{\text{кг}^2}$ — гравитационную постоянную. По какой формуле можно оценить давление в центре Луны?

А: $p \approx G/MR^2$; **Б:** $p \approx R/GM$; **В:** $p \approx GM^2/R^4$; **Г:** $p \approx GM/R^2$; **Д:** $p \approx GMR^2$.

(*И. В. Демидов*)

9.8. Незнайка собрал небольшую гирлянду, как показано на рисунке ниже. У красной лампочки сопротивление в 2 раза больше, чем у зелёной, а у синей — в 2 раза больше, чем у красной. Когда схему подключили к источнику постоянного напряжения 120 В, то идеальный амперметр показал 0,1 А. Незнайка пошёл вешать гирлянду на свою дверь, и случайно подключил её к другому источнику напряжения, в результате все красные лампочки перегорели и амперметр стал показывать в 2 раза большее значение, чем раньше.

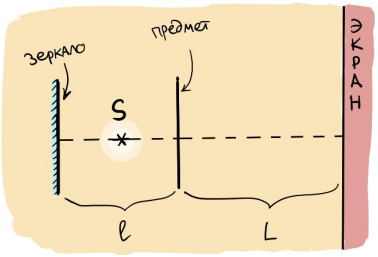


[1] Чему равно сопротивление зелёной лампочки (в Ом)?

[2] Чему равно новое значение напряжения (в вольтах), которое Незнайка подал на схему?

Оба ответа округлите до целого числа. (*И. В. Демидов*)

9.9. Точечный источник света S находится посередине между непрозрачным диском радиуса $R = 10/\sqrt{\pi}$ см и плоским зеркалом в форме круга того же радиуса (см. рисунок).



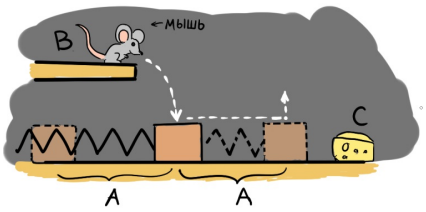
[1] Найдите площадь полной тени на экране (в см^2), если расстояние от диска до экрана $L = 15$ см и расстояние от диска до зеркала $l = 5$ см.

[2] Найдите площадь области на экране (в см^2), где видно изображение источника в зеркале, но сам источник не видно.

Оба ответа округлите до целого числа.

Примечание: диск и зеркало параллельны экрану, а их центры лежат на одном перпендикуляре к зеркалу (на рисунке обозначен пунктиром). (*И. В. Демидов*)

9.10. Мышке нужно перебраться с выступа B к сыру C, однако внизу ей мешает кубик на пружинке, который совершает гармонические колебания без трения с амплитудой A. Мышка разогналась и прыгнула с выступа на кубик, попав на него, когда он проходил своё положение равновесия. При этом в момент падения горизонтальная проекция скорости мышки была такой же, как и у кубика. Затем, когда кубик достиг своего крайнего положения, она слегка подпрыгнула вертикально вверх и приземлилась уже на пол, продолжив путь к сыру.



[1] Как изменилась полная механическая энергия пружины и кубика (относительно исходного состояния, когда мышка была на выступе), когда мышка приземлилась на кубик и только начинает на нём «ехать»?

[2] Как изменилась полная механическая энергия пружины и кубика (относительно исходного состояния, когда мышка была на выступе), когда мышка «приехала» на кубике в крайнюю точку колебания?

[3] Какой станет амплитуда колебаний кубика после того, как на нём побывала мышка, если известно, что изначально $A = 8$ см, а масса кубика составляет 80% массы мышки? Выразитие искомую величину в сантиметрах и укажите в качестве ответа её численное значение с округлением до двух значащих цифр.

Для первых двух вопросов укажите «не изменится» (1), «увеличится» (2) или уменьшится (3).

(*И. В. Демидов, А. М. Минарский*)

Международная физическая олимпиада
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»
2020–2021 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 2020 года**.
Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице formulo.org/ru/olymp/2020-phys-ru/.

10.1. В глубокую кастрюлю с водой поместили стакан из льда массы $m = 308$ г дном вниз. Зная, что радиус кастрюли равен 14 см, а радиус стакана составляет 7 см, ответьте на следующие вопросы:

[1] Насколько поднялся уровень воды Δh_1 в кастрюле после того, как туда опустили стакан (пока лед не начал таять)?

[2] Через некоторое время ледяной стакан полностью растаял, и в итоге уровень воды поднялся на Δh_2 по сравнению с уровнем воды, когда стакана ещё не было. Найдите разность $\Delta h_2 - \Delta h_1$.

Ответы укажите в сантиметрах, округлив до целого числа.
Примечание: плотность воды равна 1 г/см^3. (*И. В. Демидов*)

10.2. Подъёмная сила крыла самолёта пропорциональна квадрату скорости самолёта и площади крыла. Школьник сделал модель самолёта в масштабе 1 : 25, то есть все линейные размеры модели в 25 раз меньше, чем у оригинала. Предположим, что модель и самолет летят на одинаковой высоте с постоянной скоростью горизонтально.

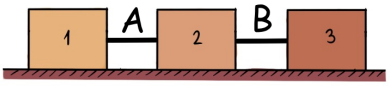
[1] Какова скорость модели по сравнению со скоростью самолёта? В ответе укажите «Б», если больше, или «М», если меньше.

[2] Во сколько раз будут отличаться скорости модели и самолёта? Ответ округлите до целого числа.

Плотности модели и самолета считайте одинаковыми. (*А. М. Минарский, Н. А. Богословский*)

10.3. Если среднюю скорость молекул некоторого идеального газа увеличить на 10 м/с, его давление возрастёт ровно на 21%.
На сколько ещё процентов от первоначального значения возрастёт давление в этом газе, если скорость увеличить ещё на 10 м/с? Ответ округлите до целого числа.
Примечание: объём газа считайте постоянным. (*А. М. Минарский*)

10.4. На горизонтальном столе лежит цепочка из трёх брусков одинаковой массы $M = 1$ кг, связанных нитями. Соединяющие бруски нити рвутся при силе натяжения $T = 6$ Н. Бруски изготовлены из материалов с различными значениями коэффициента трения о стол, значения коэффициентов трения $\mu_1 = 0,1$, $\mu_2 = 0,3$ и $\mu_3 = 0,5$ для брусков 1, 2 и 3 соответственно.



[1] К бруску 1 влево прикладывают силу F, которую медленно увеличивают. Какая из нитей, соединяющих бруски, порвётся первой (укажите в качестве ответа A или B)?

[2] При каком значении силы F это произойдёт? Ответ дайте в Н, округлив до целого числа.

[3] К бруску 3 вправо прикладывают силу F, которую медленно увеличивают. Какая из нитей, соединяющих бруски, порвётся первой (укажите в качестве ответа A или B)?

[4] При каком значении силы F это произойдет? Ответ дайте в Н, округлив до целого числа.

Ускорение силы тяжести считайте равным $g = 10$ м/с^2. (*А. М. Минарский, Н. А. Богословский*)

10.5. В большой ёлочной гирлянде 44 лампочки перегорели и вместо них вставили соединительные провода. После этого мощность каждой из оставшихся лампочек возросла на 44%.
Сколько лампочек осталось гореть в гирлянде? Считайте, что сопротивление каждой лампочки не зависит от её яркости, а сопротивление проводов пренебрежимо мало. (*А. М. Минарский*)

10.6. Муля пошёл в поход и взял с собой палатку и спальный мешок. Вечером было тепло и Муля заснул на улице. Ночью стало холодать и при температуре воздуха $T_1 = 18°$C Муля начал замерзать и перебрался в пустую палатку и лёг там тоже без спальника. Когда температура воздуха на улице опустилась до $T_2 = 14°$C он стал замерзать в палатке. Тогда он вылез из палатки, залез в спальный мешок и стал спать дальше. Когда температура воздуха опустилась до $T_3 = 9°$C Муля опять начал замерзать. Тогда он в спальном мешке перебрался обратно в палатку.

[1] При какой температуре воздуха T_4 (в градусах) он начнет замерзать в спальном мешке в палатке? Ответ округлите до целого числа.

[2] Сколько минимум человек должны спать в такой палатке в таких спальных мешках, чтобы они не замерзали при температуре на улице, равной $T_0 = 0°$?

Считайте, что человек во время сна выделяет тепло с некоторой постоянной скоростью, причем эта скорость не зависит от температуры окружающей среды.

(*А. М. Минарский, Н. А. Богословский*)

10.7. На точных электронных весах с быстрым откликом и неподвижной чашей стоит стакан с водой, на дне которого находится пузырёк какого-то газа объемом 10 мм^3. Весы показывают 100000 мг. В некоторый момент пузырёк внутри жидкости начинает всплывать.

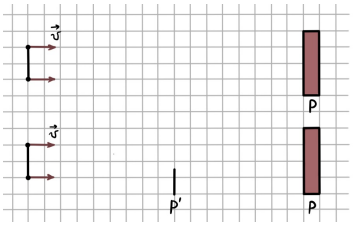
[1] Как изменится показание весов во время всплытия пузырька? В ответе укажите «Б», если увеличится, или «М», если уменьшится.

[2] Что покажут весы в тот момент, когда ускорение всплывающего пузырька равно 6 м/с^2? Ответ дайте в миллиграммах, округлив до целого числа.

Примечание: ускорение силы тяжести считайте равным 10 м/с^2.

(*С. Н. Сашов, А. М. Минарский*)

10.8. Два очень маленьких массивных шарика соединены невесомым жестким стержнем длины $L = 2$ м. В невесомости в вакууме проводят два эксперимента.



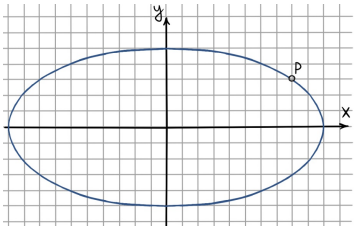
В первом шарикам одновременно придают одинаковую скорость $v = 1$ м/с в направлении, перпендикулярном стержню. Через время t_1 шарики одновременно ударяются в перпендикулярную их траекториям неподвижную стену P.

Во втором эксперименте в середине траектории одного из шариков перпендикулярно ей устанавливают тонкую (пренебрежимой толщины) жесткую абсолютно упругую стенку P'. Через время t_2 шарики достигают стены P.

Найдите $\Delta t = t_2 - t_1$, ответ дайте в секундах с точностью до сотых.

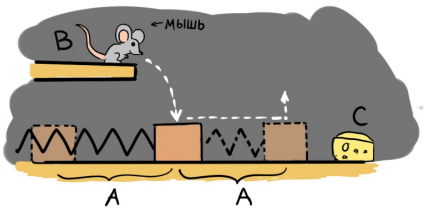
(*С. Н. Сашов, А. М. Минарский*)

10.9. Маленькая бусинка движется против часовой стрелки по проволоке, согнутой в форме эллипса* (см. рисунок). Модуль её скорости 10 см/с.



Найдите компоненту вектора скорости бусинки по оси y в момент времени, когда она находится в точке P. Ответ дайте в см/с и округлите до двух знаков после запятой. (*С. Н. Сашов, А. М. Минарский*)

10.10. Мышке нужно перебраться с выступа B к сыру C, однако внизу ей мешает кубик на пружинке, который совершает гармонические колебания без трения с амплитудой A. Мышка разогналась и прыгнула с выступа на кубик, попав на него, когда он проходил своё положение равновесия. При этом в момент падения горизонтальная проекция скорости мышки была такой же, как и у кубика. Затем, когда кубик достиг своего крайнего положения, она слегка подпрыгнула вертикально вверх и приземлилась уже на пол, продолжив путь к сыру.



[1] Как изменилась полная механическая энергия пружины и кубика (относительно исходного состояния, когда мышка была на выступе), когда мышка приземлилась на кубик и только начинает на нём «ехать»?

[2] Как изменилась полная механическая энергия пружины и кубика (относительно исходного состояния, когда мышка была на выступе), когда мышка «приехала» на кубике в крайнюю точку колебания?

[3] Какой станет амплитуда колебаний кубика после того, как на нём побывала мышка, если известно, что изначально $A = 8$ см, а масса кубика составляет 80% массы мышки? Выразитие искомую величину в сантиметрах и укажите в качестве ответа её численное значение с округлением до двух значащих цифр.

Для первых двух вопросов укажите «не изменится» (1), «увеличится» (2) или уменьшится (3).

(*И. В. Демидов, А. М. Минарский*)

---

* Эллипс — это равномерно растянутая в одном направлении окружность.

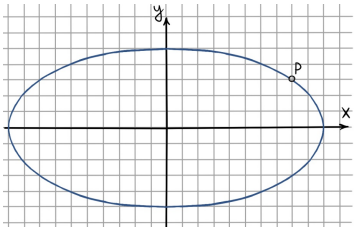
Международная физическая олимпиада
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»
2020–2021 учебный год. Отборочный этап

Задачи для 11 класса

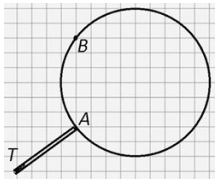
Отборочный этап проводится в формате **онлайн-теста** (то есть требуются **только ответы**). Последний день сдачи — **29 ноября 2020 года**.
Вся информация об олимпиаде и инструкция по участию — на странице formulo.org/ru/olymp/2020-phys-ru/.

11.1. Навстречу друг другу бегут две бесконечные колонны спортсменов. Первая колонна бежит слева направо со скоростью $v_1 = 5$ м/с и расстоянием между бегунами $l_1 = 10$ м, а вторая — справа налево со скоростью $v_2 = 3$ м/с и расстоянием между бегунами $l_2 = 20$ м. При встрече спортсмены передают друг другу эстафетную палочку.
Какова средняя скорость движения эстафетной палочки за достаточно большое время? Ответ дайте в м/с, округлив до 2 значащих цифр. Положительным считайте направление вправо.
Примечание: средняя скорость прямолинейного движения равна отношению изменения координаты к полному времени этого изменения. (*С. Н. Сашов*)

11.2. Маленькая бусинка движется против часовой стрелки по проволоке, согнутой в форме эллипса* (см. рисунок). Модуль её скорости 10 см/с.
Найдите компоненту вектора скорости бусинки по оси y в момент времени, когда она находится в точке P. Ответ дайте в см/с и округлите до двух знаков после запятой.
(*С. Н. Сашов, А. М. Минарский*)

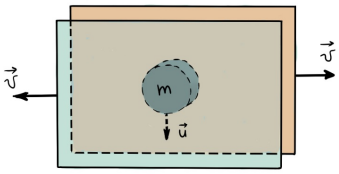


11.3. В вакууме через неподвижную трубку T очень маленького диаметра с концом в точке A надувают шарик, сделанный из однородной резины.
Найдите величину мгновенной скорости точки шарика B, если воздух подается внутрь шарика через трубку так, что объем шарика возрастает на 2 см^3/с. Ответ дайте в см/с, округлив до 3 значащих цифр.
Примечание: 1 клетка рисунка соответствует 1 см. (*С. Н. Сашов*)



11.4. В невесомости неподвижно закреплена вогнутая коническая поверхность (внутренность конуса) с маленьким углом $\alpha = 0,001$ радиана между осью и образующей. По ней без трения (сопротивления воздуха тоже нет) свободно катится маленький шарик. В начальный момент времени он находится на расстоянии $L =$ $= 10$ м от вершины конуса, а скорость его направлена перпендикулярно образующей и имеет величину $v = 1$ м/с.
Какова компонента ускорения шарика вдоль оси конуса? Ответ дайте в м/с^2, округлив до 3 значащих цифр. (*С. Н. Сашов*)

11.5. Между двумя вертикальными плоскостями («жерновами») зажата с силой $N = 100$ Н шайба массой $m = 10$ г. Коэффициент трения между шайбой и каждой из плоскостей $\mu = 0,5$. Ускорение свободного падения считайте равным $g =$ $= 10$ м/с^2. Плоскости движутся горизонтально в противоположные стороны с одинаковыми скоростями $v = 1$ м/с.
С какой установившейся скоростью шайба будет скользить вниз? Ответ дайте в м/с, округлив до 3 значащих цифр. (*С. Н. Сашов*)



---

* Эллипс — это равномерно растянутая в одном направлении окружность.

11.6. На сферическую планету без атмосферы радиусом $R = 1000$ км с такой же высоты R над поверхностью роняют без начальной скорости маленькое тело. За какое время оно упадет на поверхность планеты? Ответ дайте в секундах, округлив до 3 значащих цифр.

Примечание: ускорение свободного падения на поверхности планеты $g = 1$ м/с^2.

(*С. Н. Сашов*)

11.7. Муля пошёл в поход и взял с собой палатку и спальный мешок. Вечером было тепло и Муля заснул на улице. Ночью стало холодать и при температуре воздуха $T_1 = 18°$C Муля начал замерзать и перебрался в пустую палатку и лёг там тоже без спальника. Когда температура воздуха на улице опустилась до $T_2 = 14°$C он стал замерзать в палатке. Тогда он вылез из палатки, залез в спальный мешок и стал спать дальше. Когда температура воздуха опустилась до $T_3 = 9°$C Муля опять начал замерзать. Тогда он в спальном мешке перебрался обратно в палатку.

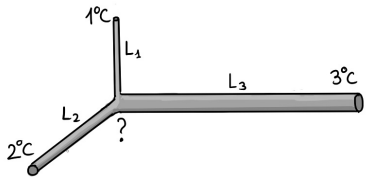
[1] При какой температуре воздуха T_4 (в градусах) он начнет замерзать в спальном мешке в палатке? Ответ округлите до целого числа.

[2] Сколько минимум человек должны спать в такой палатке в таких спальных мешках, чтобы они не замерзали при температуре на улице, равной $T_0 = 0°$?

Считайте, что человек во время сна выделяет тепло с некоторой постоянной скоростью, причем эта скорость не зависит от температуры окружающей среды.

(*А. М. Минарский, Н. А. Богословский*)

11.8. Три стержня, сделанные из одинакового материала, имеют длины L_1, $L_2 = 2L_1$ и $L_3 = 3L_1$ и круглые сечения с диаметрами D_1, $D_2 = 2D_1$ и $D_3 = 3D_1$ соответственно. Все три стержня соединены в одной точке одним из своих концов. На свободных концах стержней поддерживаются температуры $t_1 = 1°$C, $t_2 = 2°$C и $t_3 = 3°$C соответственно.



Какая температура установится в точке соединения стержней через большое время? Ответ дайте в градусах Цельсия, округлив до 3 значащих цифр.

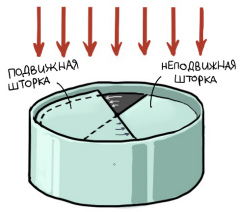
(*С. Н. Сашов, А. В. Чудновский*)

11.9. Из медной проволоки массой $m = 89$ г изготовили каркас куба с ребром $a = 40$ см. Отрезки проволоки имеют хороший электрический контакт в вершинах куба.

Чему равно сопротивление R куба между его противоположными вершинами (лежащими на одной прямой, проходящей через центр куба)? Ответ дайте в мОм, округлив до двух значащих цифр.

Примечание: в расчётах используйте следующие параметры меди: плотность $\rho = 8900$ кг/м^3, удельное сопротивление $\mu = 0,017$ Ом $\cdot$ мм^2/м. (*А. В. Чудновский*)

11.10. На круглое входное отверстие светочувствительного детектора диаметром 2 см падает свет с плотностью потока энергии (мощностью на единицу поверхности) 1 мВт/см^2. На отверстие установлено устройство (шторки), представляющее собой два полукруга. Один из полукругов фиксирован, закрывая половину входного отверстия детектора, а второй непрерывно вращается с постоянной угловой скоростью. В момент времени, когда положение обоих полукругов совпадает, детектор получает максимальный световой поток, а в противоположной позиции световой поток полностью перекрывается.



Какова энергия света, попавшего в детектор за время $T = 10$ с? Считайте, что за это время подвижная шторка сделала целое количество полных оборотов. Ответ выразите в мДж, округлив до 3 значащих цифр. (*С. Н. Сашов*)