

## Материалы заданий заключительного этапа Олимпиады школьников «Надежда энергетики» по физике за 2010/2011 учебный год.

Характер и уровень сложности олимпиадных задач по физике направлены на достижение целей, поставленных организаторами олимпиад. В первую очередь, это выявление в составе участников олимпиад ребят, твердо владеющих школьной программой и наиболее подготовленных к успешному усвоению курсов, определенных образовательными стандартами для технических вузов. Будущие студенты должны обладать логическим мышлением, свободно оперировать физическими законами, научными формулировками и терминологией. От школьников требуется умение математически сформулировать описанную в задаче ситуацию на основе физических законов, при решении – применить наиболее подходящие методы алгебры. Совершенно необходимо и умение абстрагироваться от лишнего, рисовать удачные графические схемы, умело применять графики тех или иных процессов.

Структура типичного варианта олимпиады такова, что задачи строго дифференцированы по сложности и требуют для решения различных временных затрат. Задачи охватывают все разделы школьной программы и носят, в своем большинстве, комплексный характер, позволяющий варьировать оценки в зависимости от проявленных в решении творческих подходов и продемонстрированных технических навыков. Участники должны самостоятельно определить законы физики, применимые к каждой задаче, разбить задачу на подзадачи, грамотно выполнить решение каждой подзадачи и затем синтезировать решение всей задачи из решений отдельных подзадач.

Успешное написание олимпиадной работы не требует знаний, выходящих за пределы школьной программы, но, как показывает статистика олимпиады, доступно далеко не каждому школьнику, поскольку требует творческого подхода, логического мышления, умения увидеть и составить правильный и оптимальный план решения, четкого и технически грамотного выполнения каждой части решения, порой, отбора из множества математически верных решений подмножества решений, соответствующих физической реальности.

Умение справляться с заданиями олимпиады по физике приходит к участникам олимпиад с опытом, который вырабатывается на отборочном этапе олимпиады.

Председатель оргкомитета  
Олимпиады школьников  
«Надежда энергетики»  
Ректор ГОУВПО «МЭИ (ТУ)»



С.В. Серебрянников

Варианты для 10-х и 11-х классов

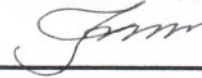
**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ “НАДЕЖДА ЭНЕРГЕТИКИ”**

**ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ**

**Вариант № 1111**

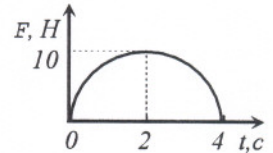
**ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ОРГКОМИТЕТА**

**ОЛИМПИАДЫ**



1. Почему электрические лампочки накаливания перегорают, как правило, в момент включения?

2. На первоначально покоящееся тело массой  $m = 2$  кг действует изменяющаяся со временем сила  $\vec{F}$ . График зависимости модуля силы от времени изображён на рисунке в виде полуокружности. Определите скорость тела через 4 с после начала его движения, если направление силы неизменно.



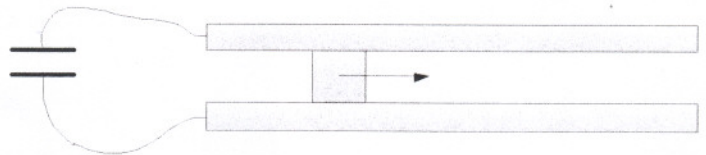
3. Одноатомный идеальный газ совершает процесс, в котором зависимость давления от объема описывается законом  $P = \alpha V$  ( $\alpha > 0$ ). Найдите молярную теплоемкость газа в этом процессе.

4. На теннисный мяч с высоты 1 м падает кирпич и подсакивает почти на прежнюю высоту. На какую высоту подпрыгнет мяч?

5. Две частицы, имеющие одинаковый заряд, движутся в однородном постоянном во времени электрическом поле. Массы частиц  $m_1$  и  $m_2 = 2m_1$ . В начальный момент времени скорости частиц взаимно перпендикулярны и равны, соответственно,  $v_1 = 800$  м/с и  $v_2 = 300$  м/с. Через некоторый промежуток времени скорость первой частицы стала равна нулю. Найдите, какой стала скорость второй частицы через тот же промежуток времени? Силами тяжести, силами сопротивления движению и взаимодействием между частицами пренебрегите.

6. Буксировка баржи осуществляется посредством однородной цепи длиной  $l$  и массой  $m$ . Один конец цепи закреплён на корме буксира, другой – на носу баржи. Места крепления цепи к буксиру и барже находятся на одной и той же высоте  $H$  над водой. Под собственным весом цепь провисает, и её нижняя точка находится на высоте  $h$  над поверхностью воды. Буксир и баржа движутся прямолинейно и равномерно с одинаковой скоростью. Найдите силу сопротивления движению баржи, если  $h = 0,9H$ ,  $l = 12H$ .

7. Совсем недавно прошли масштабные лабораторные испытания рельсового ускорителя (рельсотрона) — устройства для разгона практически любых небольших объектов до скорости в несколько раз превышающей скорость звука. Рельсовый ускоритель состоит из батарей



конденсаторов, подсоединенной к двум параллельным прямым проводникам — «рельсам», замыкаемым между собой скользящим по ним проводящим «снарядом» (см. рис.). В процессе разрядки конденсаторов через «снаряд» возникает ток, создающий магнитное поле. Взаимодействие магнитного поля с током в «снаряде» и приводит к его движению. Вся система спроектирована так, чтобы скорость «снаряда» на выходе из рельсотрона была максимально возможной. Оценить величину этой скорости в предположении, что «снаряд» во время своего движения находится в однородном магнитном поле величиной 1,5 Тл, направленным перпендикулярно рельсам. Расстояние между рельсами равно 10 см, энергия, накопленная в батарее конденсаторов при напряжении 1 кВ, равна 60 МДж, масса «снаряда» составляет 9 кг. Индукционными токами в рельсотроне пренебречь, индуктивность цепи считать постоянной, а электрическое сопротивление — незначительным.

ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ

Вариант № 1112

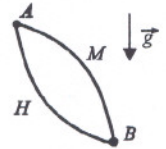
ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ОРГКОМИТЕТА

ОЛИМПИАДЫ



1. Стальная проволока, подсоединенная к источнику ЭДС, под действием тока сильно нагревается. Если половину раскаленной проволоки опустить в дистиллированную воду, оставшаяся на воздухе часть нагревается еще сильнее. Объясните это явление.

2. Тело соскальзывает без трения из точки  $A$  в точку  $B$  один раз по дуге  $AMB$ , а другой раз по симметричной дуге  $ANB$ . Сравните время соскальзывания тела в двух случаях.



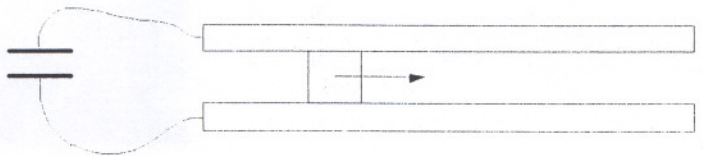
3. Расположенный в лаборатории ртутный барометр дает неверные показания, так как в него попал пузырек воздуха, который находится над столбиком ртути. При атмосферном давлении 755 мм. рт. ст. барометр показывает 748 мм. рт. ст., а при атмосферном давлении 740 мм. рт. ст. — 736 мм. рт. ст. Определите показание барометра, когда атмосферное давление равно 760 мм. рт. ст. Температура воздуха в лаборатории поддерживается постоянной.

4. Шестиугольный карандаш лежит на горизонтальной плоскости. При каких значениях коэффициента трения между поверхностью карандаша и плоскостью он может скользить по плоскости не вращаясь?

5. Две частицы, имеющие одинаковый заряд, движутся в однородном постоянном во времени электрическом поле. Массы частиц  $m_1$  и  $m_2 = 2m_1$ . В начальный момент времени скорости частиц взаимно перпендикулярны и равны, соответственно,  $v_1 = 300$  м/с и  $v_2 = 100$  м/с. Через некоторый промежуток времени скорость второй частицы изменилась на противоположную, равную по модулю первоначальной. Найдите, какой стала скорость первой частицы через тот же промежуток времени? Силами тяжести, силами сопротивления движению и взаимодействием между частицами пренебрегите.

6. Из-за обледенения вызванного «ледяным дождем» один из проводов ЛЭП оборвался. Известно, что перед обрывом провод массой  $m_0$  и длиной  $l$  провисал на величину  $h$  (иными словами, середина провода была ниже высоты его закрепления на опорах на  $h$  метров). Максимальная сила натяжения, которую выдерживает провод, равна  $T_0$ . Считая, что провод обледенел равномерно по длине, найдите массу льда на проводе, если  $T_0 = 8m_0g$ ,  $l = 32h$ .

7. Совсем недавно прошли масштабные лабораторные испытания рельсового ускорителя (рельсотрона) — устройства для разгона практически любых небольших объектов до скорости в несколько раз превышающей скорость звука. Рельсовый ускоритель состоит из батареи конденсаторов, подсоединенной к двум параллельным прямым проводникам — «рельсам», замыкаемым между собой скользящим по ним проводящим «снарядом» (см. рис.). В процессе разрядки конденсаторов через «снаряд» возникает ток, создающий магнитное поле. Взаимодействие магнитного поля с током в «снаряде» и приводит к его движению. Вся система спроектирована так, чтобы скорость «снаряда» на выходе из рельсотрона была максимально возможной. Оценить массу «снаряда» в предположении, что «снаряд» во время своего движения находится в однородном магнитном поле величиной  $1,5$  Тл, направленным перпендикулярно рельсам. Расстояние между рельсами равно  $10$  см, энергия, накопленная в батарее конденсаторов при напряжении  $1$  кВ, равна  $60$  МДж, кинетическая энергия «снаряда» при вылете из рельсотрона составляет  $36$  МДж. Индукционными токами в рельсотроне пренебречь, индуктивность цепи считать постоянной, а электрическое сопротивление — незначительным.



ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ “НАДЕЖДА ЭНЕРГЕТИКИ”

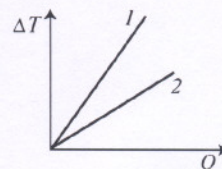
ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ

Вариант № 2111

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ОРГКОМИТЕТА  
ОЛИМПИАДЫ

1. Как космонавту, находящемуся автономно в открытом космосе, вернуться на космический корабль без посторонней помощи?

2. На графике в координатах  $\Delta T$  (изменение температуры газа) —  $Q$  (полученное газом количество теплоты) изображено два различных процесса. Определите эти изопроцессы. Ответ обосновать.



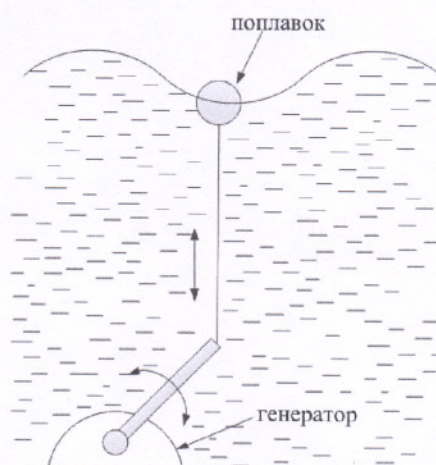
3. Во сколько раз следует повысить напряжение источника, чтобы потери мощности (в линии передачи) снизить в 100 раз при условии постоянства отдаваемой генератором мощности?

4. В однородном магнитном поле с магнитной индукцией  $B = 0,1$  Тл вращается квадратная рамка со стороной  $a = 5$  см, состоящая из нескольких витков медной проволоки с площадью сечения  $S = 0,5$  мм<sup>2</sup>. Концы проволоки соединены накоротко. Максимальное значение силы тока, индуцированного в рамке при вращении,  $I_{\max} = 2$  А. Определите угловую скорость вращения рамки  $\omega$ . Удельное сопротивление меди  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.

5. Полусфера радиусом  $R = 8$  см и массой  $8m$ , выполненная из однородного непроводящего материала, заряжена зарядом  $q = 1$  мКл равномерно по поверхности. Маленький шарик массой  $m = 1$  г и имеющий такой же заряд  $q$  привязан к полусфере непроводящей нитью так, что он находится в устойчивом равновесии в центре основания полусферы. Найдите скорость шарика через достаточно большое время после пережигания нити. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k = 9 \cdot 10^9$  Н·м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>. Опыт проводится в невесомости, силы сопротивления движению отсутствуют.

6. Во время работы в жаркую погоду инженеры-энергетики включили кондиционер. Скорость передачи тепла между помещением конструкторского бюро и улицей через окна и стены составляет  $K \cdot (t_y - t_n)$ , где  $K = 11,8$  кВт/град,  $t_y$  — температура на улице,  $t_n$  — температура в помещении. Кондиционер работает по циклу Карно так, что  $t_y$  — температура нагревателя, а  $t_n$  — температура холодильника. Какую мощность потребляет кондиционер из сети, если  $t_y = 27^\circ$  С, а  $t_n = 22^\circ$  С? На сколько возрастет потребляемая кондиционером мощность, если температура на улице увеличится на  $\Delta t_y = 5^\circ$  С?

7. В последние несколько лет начали осуществляться проекты по использованию энергии морского прилива. Один из проектов выглядит следующим образом: на морском дне закрепляется электрический генератор (см. рис.), который приводится в движение с помощью поплавка, колеблющегося на волнах. Поплавок прикреплен к генератору с помощью троса и при отсутствии волн свободно плавает и погружен в воду наполовину. Оценить среднюю электрическую мощность, вырабатываемую таким генератором, если КПД генератора 60%, объем поплавка — 20 м<sup>3</sup>, амплитуда морской волны — 1 м, а частота — 0,1 Гц. Массой соединительного троса пренебречь. Принять ускорение свободного падения равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ “НАДЕЖДА ЭНЕРГЕТИКИ”**

**ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ**

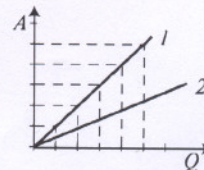
**Вариант № 2112**

**ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ОРГКОМИТЕТА  
ОЛИМПИАДЫ**

*Григорьев*

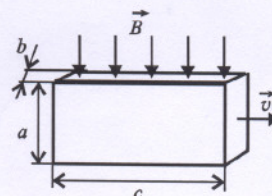
1. Два мальчика тянут верёвку за концы в противоположные стороны с силой 100 Н каждый. Разорвётся ли верёвка, если она выдерживает натяжение до 150 Н?

2. На графике в координатах  $A$  (совершенная газом работа) —  $Q$  (полученное газом количество теплоты) изображено два процесса. Определите эти изопроцессы. Ответ обосновать.



3. Потребитель мощностью  $N = 1000$  кВт подключен через линию электропередачи сопротивлением  $R = 0,1$  Ом к шинам подстанции. Какое напряжение  $U$  должно быть на шинах подстанции, чтобы потери мощности в линии электропередачи не превышали 5% от потребляемой мощности?

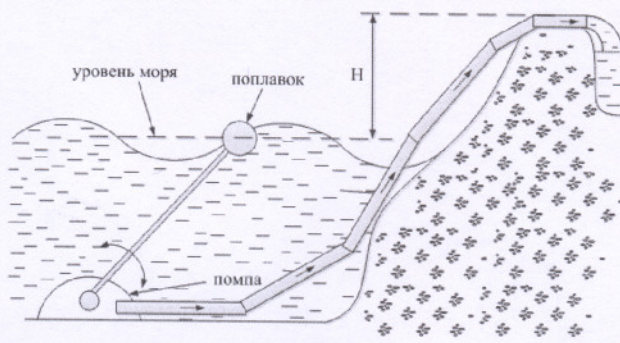
4. Металлический брусок, размеры которого  $a \times b \times c$ , движется со скоростью  $v$  в магнитном поле с индукцией  $B$ . Определите разность потенциалов между боковыми гранями бруска.



5. Полусфера радиусом  $R = 8$  см, выполненная из однородного непроводящего материала, заряжена зарядом  $2q$  равномерно по поверхности. Маленький шарик, имеющий заряд  $q = 8$  мкКл, привязан к полусфере прочной непроводящей нитью так, что он находится в устойчивом равновесии в центре основания полусферы. Найдите силу натяжения нити. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k = 9 \cdot 10^9$  Н·м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>. Опыт проводится в невесомости.

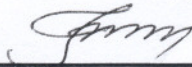
6. Группа инженеров-энергетиков занимается поиском альтернативных источников энергии. Тепловая машина, используемая исследователями, работает по циклу Карно. Во время экспериментов в северных широтах мощность машины составляла  $P_1 = 3$  Вт. В качестве нагревателя использовали воду при температуре  $t_{в1} = 0^\circ$  С, а в качестве холодильника – снег при температуре  $t_c = -30^\circ$  С. Во время экспериментов с той же самой тепловой машиной на дрейфующем в умеренных широтах айсберге в качестве нагревателя использовали воду при  $t_{в2} = +20^\circ$  С, а в качестве холодильника – лед при температуре  $t_л = 0^\circ$  С. Какую мощность  $P_2$  развивала тепловая машина во втором эксперименте? Примите, что адиабатические участки первого и второго циклов принадлежат, соответственно, одним и тем же адиабатам.

7. В последние несколько лет начали осуществляться проекты по использованию энергии морского прибоя. Один из проектов выглядит следующим образом: недалеко от берега на дне закрепляется механическая водяная помпа (см. рис.), которая приводится в движение колеблющимся на поверхности воды поплавком, жестко соединенным с помпой. Поплавок при отсутствии волн погружен в воду наполовину. От помпы вода по трубам поступает в расположенное выше уровня моря водохранилище и, затем, может быть использована для питания турбины гидрогенератора. Определить, сколько воды поступает в водохранилище от такой помпы в час, если КПД помпы равен 75% и вода закачивается на высоту  $H = 20$  м над уровнем моря. Объем поплавка равен  $10$  м<sup>3</sup>, амплитуда морской волны —  $40$  см, а ее период —  $10$  с. Принять плотность морской воды приблизительно равной  $1000$  кг/м<sup>3</sup>. Массой и объемом рычага, соединяющего поплавок с помпой, пренебречь.



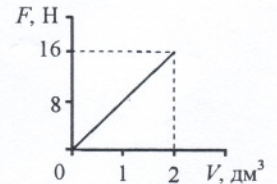
Вариант для 9-го класса

**Олимпиада школьников “НАДЕЖДА ЭНЕРГЕТИКИ”**

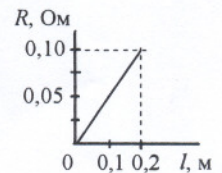
<p><b>ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ</b></p> <p><b>Вариант № 1992</b></p>	<p><b>ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ОРГКОМИТЕТА</b></p> <p><b>Олимпиады</b></p> 
--	---

1. Два мальчика тянут верёвку за концы в противоположные стороны с силой 100 Н каждый. Разорвётся ли верёвка, если она выдерживает натяжение до 150 Н?

2. На рисунке показан график зависимости модуля выталкивающей силы, действующей на погруженное в жидкость тело, от величины погруженного в жидкость объема тела. Определите плотность жидкости.



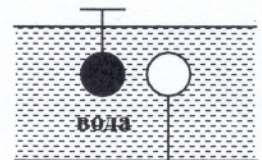
3. На графике представлена зависимость электрического сопротивления стальной проволоки от ее длины. Определите удельное электрическое сопротивление проволоки. Площадь поперечного сечения проволоки  $S = 3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ .



4. В обозначениях ядерных реакторов типа ВВЭР используются числа, показывающие электрическую мощность реактора. Так, реактор ВВЭР-440 имеет электрическую мощность 440 МВт, коэффициент полезного действия составляет 32 %. Какое обозначение следует использовать для более мощного реактора, если его тепловая мощность увеличена в 2,2 раза, а к.п.д. на 1%?

5. Каждое утро в одно и то же время за директором АЭС в его загородный коттедж заезжает на машине шофёр и везет его на работу. Однажды директор вышел из дома на 1 час раньше обычного и пошел по шоссе навстречу машине (в посёлок ведёт единственное шоссе). В результате он прибыл на АЭС на 20 минут раньше обычного. Сколько времени директор шел пешком до встречи с машиной?

6. Вообразите себе безграничный бассейн постоянной глубины (см. рисунок). В воде удерживаются на нитках два одинаковых шарика, причём плотность первого из них больше плотности воды, а второго – меньше. Шарик находится на одной глубине и недалеко друг от друга. Подумайте, будут ли шарик и шарик действовать друг на друга: притягиваться, отталкиваться? Указание: в своих рассуждениях сосредоточьтесь на силах гравитационной природы.



7. Из-за обледенения вызванного «ледяным дождём» один из проводов ЛЭП оборвался. Известно, что перед обрывом провод массой  $m_0$  и длиной  $l$  провисал на величину  $h$  (иными словами, середина провода была ниже высоты его закрепления на опорах на  $h$  метров). Максимальная сила натяжения, которую выдерживает провод, равна  $T_0$ . Считая, что провод обледенел равномерно по длине, найдите массу льда на проводе, если  $T_0 = 8m_0g$ ,  $l = 32h$ .



Вариант для 7-х и 8-х классов

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ “НАДЕЖДА ЭНЕРГЕТИКИ”

ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ

Вариант № 1782

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ОРГКОМИТЕТА

ОЛИМПИАДЫ

1. Когда ученику 7-го класса Юре Федорову родители подарили на день рождения подзорную трубу, Юра увлёкся наблюдениями звёздного неба. Фиксируя времена наступления затмений спутника Юпитера Ио на протяжении долгого времени, Юра открыл парадоксальное явление: промежутки времени между затмениями слегка неодинаковы! Как Вы думаете: ошибся ли Юра в своих измерениях? Справка: Земля в своём движении по орбите периодически то сближается с Юпитером, то удаляется от него.

2. Компания ребят из 7-го и 8-классов собралась в поход на нескольких лодках. На одной из лодок ребята решили поставить лёгкий прямой парус площадью  $4 \text{ м}^2$ . Ребята решили: если средний напор попутного свежего ветра составит  $200 \text{ Па}$ , а сила сопротивления воды –  $1200 \text{ Н}$ , то можно будет грести по очереди (по одному). Из какого среднего усилия любого из гребцов исходили ребята в своих расчётах?

3. Бочку ёмкостью  $700 \text{ л}$  наполняют водой через шланг сечением  $2 \text{ см}^2$ . Скорость воды в шланге  $1 \text{ м/с}$ . За какое время бочка наполнится до краёв?

4. С помощью оптического микроскопа ученик 7-го класса изучает движение пылинок в капле воды. Средний размер пылинок  $4 \text{ мкм}$ . Во сколько раз этот размер больше размера молекул воды, радиус которых примерно равен  $10^{-8} \text{ см}$ ?

5. Каждое утро в одно и то же время за директором АЭС в его загородный коттедж заезжает на машине шофёр и везет его на работу. Однажды директор вышел из дома на  $1 \text{ час}$  раньше обычного и пошел по шоссе навстречу машине (в посёлок ведёт единственное шоссе). В результате он прибыл на АЭС на  $20 \text{ минут}$  раньше обычного. Сколько времени директор шел пешком до встречи с машиной?

6. В центре круглой арены радиусом  $R$  находится лиса, а на краю – заяц. Убегая от лисы, заяц двигается только по периметру арены. Преследуя зайца, лиса двигается таким образом, что центр арены, она сама и заяц постоянно лежат на одной прямой. Через какое время лиса настигнет зайца? Скорости бега лисы и зайца постоянны, одинаковы и равны  $v$ . Справка: длина окружности радиуса  $R$  равна  $2\pi R$ , где  $\pi$  – известное число.

7. Вообразите себе безграничный бассейн постоянной глубины (см. рисунок). В воде удерживаются на нитках два одинаковых шарика, причём плотность первого из них больше плотности воды, а второго – меньше. Шарик находится на одной глубине и недалеко друг от друга. Подумайте, будут ли шарик действовать друг на друга: притягиваться, отталкиваться? Указание: в своих рассуждениях сосредоточьтесь на силах гравитационной природы.

