**ОЛИМПИАДА ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ «ФИЗИКА»**

**2016/2017 УЧЕБНЫЙ ГОД**

**VII КЛАСС**

1. Часть трассы, по которой проходила велогонка, состояла из равнинного участка шоссе, подъема в гору и снова равнинного участка. На каждом равнинном участке все велосипедисты ехали равномерно с одинаковой скоростью. При подъеме в гору скорость всех велосипедистов снижалась, и они ехали с меньшей скоростью, но тоже равномерно. На рисунке 1 представлен график зависимости расстояния  между «отрывом», группой велосипедистов, едущих впереди, и пелотоном от времени . Найдите скорости велосипедистов на каждом участке шоссе и длину подъема.

1. Два вертикальных сообщающихся цилиндрических сосуда частично заполнены водой. Площадь поперечного сечения узкого сосуда , широкого . В узком сосуде находится невесомый незакрепленный гладкий поршень, касающийся поверхности воды. Насколько сместится поршень, если на него положить деревянный брусок массой , и такой же брусок погрузить в воду в широком сосуде? Плотность воды . Брусок в широком сосуде будет плавать, частично погрузившись в воду. Вода из сосудов, в которые помещены бруски, не будет выливаться.
2. Любопытный, но забывчивый ученик Петя, провел опыты, погружая однородный пластмассовый кубик, подвешенный к динамометру, в однородную соленую воду (рис. 2). В таблицу он занес показания динамометра , соответствующие различным глубинам  погружения кубика в воду. Некоторые значения силы он забыл и поэтому не внес в таблицу. По результатам измерений Пети определите плотность пластмассы и плотность соленой воды. Коэффициент . ***Примечание***. *На тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила  (сила Архимеда), направленная вертикально вверх. Модуль силы Архимеда зависит от плотности  жидкости и объема  погруженной части тела: *.

1. На агроусадебном участке вырыли колодец глубиной  и площадью поперечного сечения . Грунт вынимали с помощью троса и ведра вместимостью . Состав грунта оказался разным. В верхней части колодца до глубины  грунт состоял из смеси песка и камней, поэтому вес каждого ведра с грунтом был . На остальной части колодца глубиной  грунт состоял только из песка, поэтому вес каждого ведра с грунтом составлял . Какую работу совершили, вытащив весь грунт из колодца на поверхность Земли? Масса пустого ведра . Коэффициент . Все ведра с песком поднимали равномерно. Работой по подъему троса и ведра пренебречь. Плотность грунта в Земле и в ведре одинакова.

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ 1 (VII КЛАСС)**

Как следует из графика, в момент времени  расстояние между «отрывом» (лидерами) и пелотоном начало сокращаться. Следовательно, лидеры стали подниматься в гору. Начиная с момента времени , расстояние между ними и пелотоном перестало сокращаться. Это соответствует двум случаям: 1) пелотон стал подниматься в гору; 2) пелотон еще не доехал до горы, а лидеры уже выехали на второй равнинный участок трассы.

Проанализируем, какой случай соответствует данной задаче. Из графика следует, что во втором случае пелотон начнет подниматься в гору в момент времени . Так как расстояние между лидерами и пелотоном сократилось на  за промежуток времени , то скорость сближения «отрыва» и пелотона . Таким образом, скорость движения велосипедистов на равнинном участке шоссе не может быть меньше, чем . Следовательно, от того момента, когда лидеры въехали на подъем, до того момента, когда пелотон доехал до подъема, преодолев , не может пройти более . Так как , то условию задачи удовлетворяет только первый случай. Пелотон подъехал к подъему в момент времени , а лидеры, преодолев подъем, выехали на второй равнинный участок шоссе в момент времени .

Проведем расчеты. Так как пелотон, двигаясь по равнинному шоссе, преодолел расстояние  за промежуток времени , то скорость велосипедистов на равнинном участке пути . При подъеме в гору скорость велосипедистов . Так как лидеры ехали в гору в течение промежутка времени , то длина шоссе, идущего в гору, .

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ 2 (VII КЛАСС)**

Рассмотрим два этапа: сначала один брусок положили на поршень узкого сосуда, затем второй брусок погрузили в воду в широком сосуде. *Первый этап*. Когда брусок положили на поршень, то он создал дополнительное давление в узком сосуде  (1). Под действием силы давления часть воды перетекла в широкий сосуд. И уровень воды в узком сосуде опустился на , а в широком поднялся на . При этом давление бруска компенсируется давлением столба воды высотой , находящейся в широком сосуде выше уровня воды в узком сосуде (см. рис.). Давление этого столба воды  (2). Приравняв (1) и (2), получим  (3). Из уравнения (3) следует, что  (4). Высота  (5). Используя свойство несжимаемости жидкости, запишем уравнение  (6). Из уравнений (4) – (6) следует, что поршень опустился на  (7). Рассмотрим *второй этап задачи*. В широкий сосуд опустили второй брусок. На плавающий брусок стала действовать сила тяжести и равная ей выталкивающая сила:  или  (8). Из уравнения (8) следует, что плавающий брусок вытесняет объем воды . Можно считать, что добавление бруска в широкий сосуд равносильно добавлению такого же объема воды:  (9). В широком и узком сосудах уровень воды поднялся одинаково на , а разница  между уровнями сохранилась. Найдем  из уравнения  (10). Из уравнений (9) и (10) следует, что  (11). Итак, добавление бруска в узкий сосуд приводит к опусканию поршня на , а добавление второго бруска в широкий сосуд – к подъему поршня на . Значит, в итоге поршень опустится на  относительно начального положения.

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ 3 (VII КЛАСС)**

Если кубик не погружен в жидкость (раствор соли), то показание динамометра равно силе тяжести кубика: при  сила  (1). При погружении кубика, длина ребра которого , в жидкость на глубину , на кубик действует сила тяжести, сила Архимеда ** и сила упругости  динамометра. При этом  (2). Сила Архимеда  (3), где  – объем кубика, погруженный в жидкость. Из уравнений (2) и (3) с учетом  получим  (4). Из таблицы видно, что при измерении  и  показание динамометра не изменялось. Это означает, что кубик полностью погрузился в жидкость, а сила Архимеда больше не изменялась. По этим измерениям можно найти максимальную силу Архимеда, действующую на кубик:  (5). Сила Архимеда ** (6). Из уравнений (5) и (6) получим: ** (7). Разделив (7) на (4), найдем длину ребра кубика:  (8). Из уравнения (4) и (8) найдем плотность жидкости (раствора соли): . Плотность пластмассы  ( 9). Из уравнения (1), (8) и (9) найдем плотность пластмассы: .

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ 4 (VII КЛАСС)**

Полная работа  по подъему грунта равна сумме работ, работы , выполненной по подъему верхней части грунта объемом  (1), и работы , выполненной по подъему нижней части грунта объемом  (2): работа  (3). Найдем плотность грунта из верхней и нижней части колодца:  (4) и  (5). Используя уравнения (1) и (4), (2) и (5), определим массу грунта из верхней и нижней части колодца:  (6) и  (7). При равномерном движении кинетическая энергия грунта в ведре не изменяется, только повышается его потенциальная энергия, так как увеличивается высота. Искомую работу можно найти двумя способами: работа равна изменению потенциальной энергии грунта; работа равна произведению силы и пути (). Воспользуемся вторым способом. Центр масс грунта из верхней части колодца переместили на  (8), а из нижней части – на  (9). Работа по подъему грунта из верхней и нижней части колодца:  (10) и  (11). Сила  (12), сила  (13). Из уравнений (6), (8), (10) и (12) следует, что работа  (14). Из уравнений (7), (9), (11) и (13) аналогично предыдущему работа  (15). Используя уравнения (3), (4), (5), (14) и (15), найдем ответ задачи. Работа по подъему грунта .