



83-я Московская олимпиада школьников по физике 2022 год



8 класс, тур 2

1. Триатлон (8 баллов).

Бычков А.И.

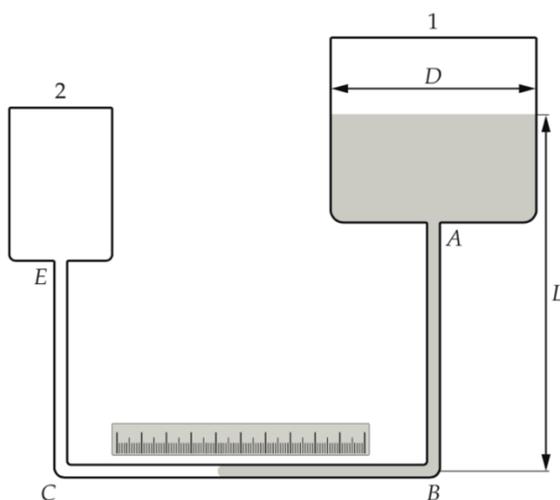
Команда из двух спортсменов участвует в мультиспортивной гонке, состоящей из трёх этапов: бега, велогонки и плавания. По условиям соревнований требуется сначала преодолеть 43 км (суммарно) бегом и на велосипеде, а в конце проплыть 1 км, при этом на старте команде выдаётся один велосипед, а зачётное время команды фиксируется по времени участника, пришедшего к финишу вторым. Первый спортсмен в среднем пробегает 24 км за 2 часа, проезжает на велосипеде 27 км за час и проплывает 1200 м за 30 мин. Средняя скорость бега второго спортсмена равна 9 км/ч, езды на велосипеде – 24 км/ч, а плавает он со скоростью 3 км/ч. Чему равно минимальное зачётное время, которое может показать эта команда при наилучшей тактике прохождения дистанции?



2. Гравиметр Ломоносова (6 баллов).

Ромашка М.Ю.

На рисунке, приведённом ниже, показан прибор, придуманный М.В. Ломоносовым для измерения ускорения свободного падения. Два цилиндрических сосуда 1 и 2 соединены тонкой стеклянной трубкой $ABCE$ постоянного сечения. Часть герметичного сосуда 1 и часть трубки заполнены ртутью, а остальная часть этой системы заполнена газами (воздухом и парами ртути). Сосуд 2 сообщается с атмосферой. Температура сосудов поддерживается постоянной. Диаметр сосуда 1 равен $D = 90$ мм, а внутренний диаметр трубки равен $d = 0,64$ мм. Около горизонтального участка трубки BC расположена линейка для измерения положения левой границы ртути.



Одно из назначений этого прибора – измерение высот. Известно, что зависимость ускорения свободного падения g от высоты h над поверхностью Земли описывается формулой

$$g(h) = g_0 - kh,$$

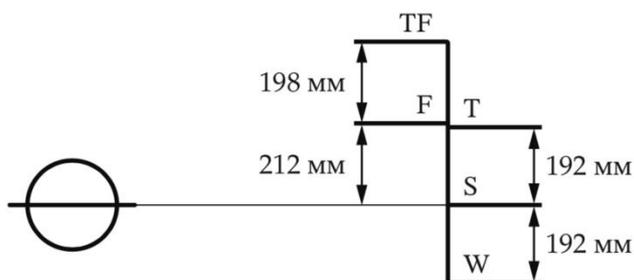
где $g_0 = 9,8$ Н/кг, $k = 3,07 \cdot 10^{-6}$ Н/(кг·м). Пусть на первом этаже некоторого здания высота уровня ртути в сосуде 1 равна $L = 50$ см. Когда прибор подняли на крышу здания, граница ртути и воздуха в горизонтальной трубке сместилась на расстояние $x = 10$ см. Определите высоту здания. Считайте, что изменение давления газов в первом сосуде пренебрежимо мало. Изменением атмосферного давления с высотой можно пренебречь.



3. Грузовая марка (10 баллов).

Бычков А.И.

Грузовая марка (Plimsoll line) — это отметка на борту торгового судна, показывающая, до какого уровня судно может погружаться в различные воды при максимальной загрузке. На рисунке приведен пример грузовой марки некоторого судна и обозначены расстояния между отметками марки. Верхняя линия TF указывает предельную осадку нагруженного судна в пресной воде в тропиках, плотность которой равна 994 кг/м^3 . Ниже расположена линия F, соответствующая осадке в пресной воде в умеренных широтах (плотность равна 998 кг/м^3). Площадь сечения корпуса судна на уровне воды вблизи марки можно считать постоянной.



А. (6 баллов) Какова плотность зимней морской воды, которой соответствует линия W на грузовой марке?

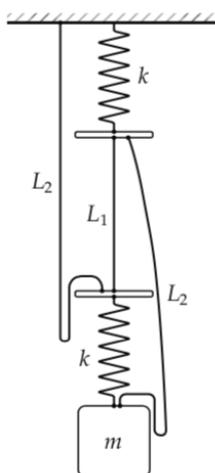
В. (4 балла) Используя данные задачи, найдите разность температур пресной воды в тропиках и умеренных широтах, если коэффициент теплового расширения воды равен $3 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{C}$. Коэффициент теплового расширения равен относительному увеличению объема тела при изменении его температуры на один градус.



4. Пружины и нити (10 баллов).

Бычков А.И.

На рисунке изображена схема механической системы, которая состоит из двух одинаковых пружин жесткостью k и длиной L в недеформированном состоянии, одной нити длиной L_1 (которая в исходном состоянии натянута), двух одинаковых нитей длиной L_2 (провисающих в исходном состоянии) и груза массой m .



Список оборудования содержит: четыре груза разной массы, четыре комплекта пружин (по две одинаковые пружины в каждом комплекте) и четыре комплекта нитей, в каждом из которых есть две одинаковые длинные нити и одна короткая. Параметры изделий в каждом комплекте представлены в таблице, приведённой ниже.

№	1	2	3	4
m , кг	1,0	1,5	2,0	4,0
L_1 , см; L_2 , см	10; 50	10; 45	20; 35	21; 50
k , Н/м; L , см	600; 20	700; 15	30; 10	1000; 15

Укажите номера грузов, комплектов пружин и нитей, которые следует выбрать при сборке системы, чтобы после пережигания короткой нити положение равновесия груза оказалось выше, чем до пережигания. Подходящие элементы необязательно расположены в одном столбце таблицы. Сочетать нити из разных комплектов запрещается. При анализе задачи можно считать, что масса пружин пренебрежимо мала, а нити – невесомые и нерастяжимые. Ускорение свободного падения считайте равным 10 Н/кг.