

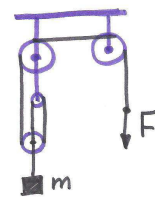
**ПРИЛОЖЕНИЕ 4.3**  
**К КУРСУ О.Ю.ШВЕДОВА**  
**«ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ»**

*олимпиадные задания*

Москва — Курск — Орел — Рязань, 2010 г.

### ВАРИАНТ 1

Ф1.1 (Москва-07, 7-3 ) На заводе для подъема тяжелых заготовок используется система из четырех блоков и одного троса, закрепленных на потолке, как показано на рисунке. С какой силой  $F$  надо тянуть вниз за конец троса, чтобы удерживать заготовку массой  $m$ ? Участки троса, не лежащие на блоках, горизонтальны или вертикальны.

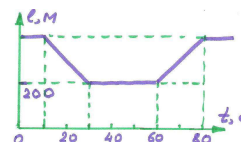


Ф1.2 (Москва, 2.38) Спортсмен-ныряльщик массой  $m = 80$  кг прыгает в воду, набрав полные легкие ( $v = 5$  л) воздуха. При этом объем его тела составляет  $V = 82$  л. С какой максимальной глубины  $H$  он может всплыть, не совершая никаких движений?

Ф1.3 (МГУ-1, 725) В ясный солнечный день на загородном асфальтированном шоссе водители наблюдали такую картину: некоторые участки асфальта, находящиеся впереди автомашины на расстоянии около  $L = 150$  м, казались покрытыми лужами. Когда водители подъезжали ближе к этому месту, лужи исчезали и снова появлялись впереди на других местах примерно на том же расстоянии. Объясните это явление. На какую величину  $\Delta n$  отличаются показатели преломления воздуха на уровне глаз наблюдателя  $h = 1,5$  м и на поверхности земли?

### ВАРИАНТ 2

Ф2.1 (Москва, 1.10 ) На длинном прямом шоссе автомобили движутся со скоростью  $V_1$  всюду, за исключением моста, на котором автомобили движутся с другой постоянной скоростью  $V_2$ . На рисунке изображен график зависимости расстояния  $l$  между двумя едущими друг за другом автомобилями от времени  $t$ . Найдите скорости  $V_1$  и  $V_2$ , а также длину моста.



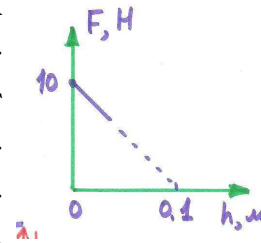
Ф2.2 (МФТИ-1, 2.151, переработка) Взрывная камера заполняется смесью кислорода и водорода при температуре  $T_1 = 300$  К и давлении  $p_1$ . Парциальные давления кислорода и водорода в камере одинаковы. После герметизации камеры производится взрыв. Найдите давление внутри камеры после охлаждения продуктов реакции до температуры  $T_2 = 373$  К. Решите задачу при  $p_1 = 10^5$  Па и при  $p_1 = 3 \cdot 10^5$  Па.

Ф2.3 (ВМК, 2000) На поверхности воды плавает непрозрачный шар радиусом  $R = 1$ , наполовину погруженный в воду. На какой максимальной глубине  $H_{max}$  можно поместить под центром шара точечный источник

света, чтобы ни один световой луч не прошел в воздух? Показатель преломления воды  $n = 1,33$ .

### ВАРИАНТ 3

Ф3.1 (Москва-2007, 8-1.1) В широкий сосуд с водой медленно опускают на нити цилиндрический брусок так, что ось цилиндра все время остается вертикальной. График зависимости силы натяжения нити от глубины погружения  $h$  нижнего основания цилиндра является отрезком прямой линии. Найдите площадь основания цилиндра  $S$  и его массу  $m$ . Напряженность гравитационного поля  $g = 10$  Н/кг, плотность воды  $\rho_0 = 1$  г/см<sup>3</sup>.



Ф3.2 (Россия, 9.15) В термос с водой, имеющий температуру  $t = 40^\circ\text{C}$ , опускают бутылочку с детским питанием. Там бутылочка нагревается до температуры  $t_1 = 36^\circ\text{C}$ , затем ее вынимают и в термос опускают другую точно такую же бутылочку. До какой температуры она нагреется? Перед погружением в термос каждая бутылочка имела температуру  $t_0 = 18^\circ\text{C}$ .

Ф3.3 (химфак, 2002) Изображение предмета на матовом стекле фотоаппарата при фотографировании с расстояния  $l_1 = 15$  м имело высоту  $h_1 = 30$  мм, а с расстояния  $l_2 = 9$  м — высоту  $h_2 = 51$  мм. Найдите фокусное расстояние объектива фотоаппарата.

### ВАРИАНТ 4

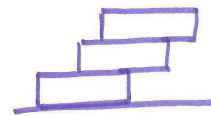
Ф4.1 (Москва, 1.15) Осколочный снаряд летит со скоростью  $u$  по направлению к плоской стенке. На расстоянии  $l$  от нее снаряд взрывается и распадается на множество осколков, летящих во все стороны и имеющих скорость  $v$  относительно центра масс снаряда. Какая область на поверхности стенки будет поражена осколками? Силой тяжести и сопротивлением воздуха пренебречь.

Ф4.2 (ВМК, 2003) Тонкостенную цилиндрическую бочку массой  $m = 100$  кг, высотой  $H = 1$  м и площадью основания  $S = 0,5$  м<sup>2</sup> переворачивают вверх дном и опускают в воду. На какой глубине  $d$  окажется нижний край бочки, когда она займет положение равновесия? Атмосферное давление  $p_0 = 10^5$  Па, плотность воды  $\rho = 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, напряженность гравитационного поля  $g = 10$  Н/кг. Считайте, что бочка все время занимает вертикальное положение. Температура воды равна температуре воздуха.

Ф4.3 (МГУ-1, 842) Луч белого света падает под углом  $\alpha = 30^\circ$  на призму, преломляющий угол которой  $\varphi = 45^\circ$ . Определите угол  $\theta$  между крайними лучами спектра по выходе из призмы, если показатель преломления стекла призмы для крайних лучей видимого спектра равен  $n_{\text{кр}} = 1,62$  и  $n_{\text{фиол}} = 1,67$ .

### ВАРИАНТ 5

Ф5.1 (МГУ-1, 149)  $n$  кирпичей укладывают друг на друга без связующего вещества так, что часть каждого последующего кирпича выступает над нижележащим. На какое максимальное расстояние правый край верхнего кирпича может выступать над правым краем самого нижнего кирпича, служащего основанием всей кладки?

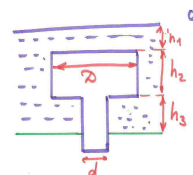


Ф5.2 (МФТИ-1, 2.76) Шар-зонд, наполненный водородом, имеет нерастяжимую герметичную оболочку вместимостью  $V = 50 \text{ м}^3$ . Масса шара вместе с водородом составляет  $M = 5 \text{ кг}$ . На какую максимальную высоту сможет подняться шар-зонд, если известно, что атмосферное давление уменьшается в два раза через каждый  $h = 5 \text{ км}$  высоты? Температура воздуха в стратосфере  $t = -53^\circ\text{C}$ , температура водорода равна температуре окружающего воздуха.

Ф5.3 (МФТИ-1, 4.81) Две плосковыпуклые линзы, будучи сложены плоскими сторонами, образуют линзу с фокусным расстоянием  $f_1$ . Найдите фокусное расстояние  $f_2$  линзы, которая получится, если сложить эти линзы выпуклыми сторонами, а пространство между ними заполнить водой. Показатели преломления стекла и воды  $n = 1,66$  и  $n_1 = 1,33$ .

### ВАРИАНТ 6

Ф6.1 (Гольдфарб, 10.15, переработка) На дне водоема установлена конструкция грибовидной формы, размеры которой указаны на рисунке. Глубина водоема  $H$ . С какой силой давит конструкция на дно водоема? Плотность воды  $\rho_{\text{в}}$ . Массу конструкции считайте очень малой.



Ф6.2 (Москва, 2.6) В двух калориметрах налито по  $200 \text{ г}$  воды — при температурах  $+30^\circ\text{C}$  и  $+40^\circ\text{C}$ . Из "горячего" калориметра зачерпывают  $50 \text{ г}$  воды, переливают в "холодный" и перемешивают. Затем из "холодного" калориметра переливают  $50 \text{ г}$  воды в "горячий" и снова перемешивают. Сколько раз нужно перелить такую же порцию воды туда-обратно, чтобы

разность температур воды в калориметрах стала меньше  $1^\circ\text{C}$ ? Потерями тепла в процессе переливаний и теплоемкостями калориметров пренебречь.

Ф6.3 (Москва, 4.21) Между объективом фотоаппарата с фокусным расстоянием  $F = 16$  мм и пленкой установлен желтый светофильтр из стекла толщиной  $d = 1$  мм с показателем преломления  $n = 1,5$ . Фотоаппарат фокусируют на бесконечность, производят съемку, после чего светофильтр, не меняя положения объектива, убирают. На какое расстояние теперь будет сфокусирован аппарат?

## ВАРИАНТ 7

Ф7.1 (Москва, 1.21) Два корабля находятся в море и движутся прямолинейно и равномерно. Первый в полдень был в 40 милях севернее маленького острова и двигался со скоростью 15 миль в час в направлении на восток. Второй в 8 часов утра этого же дня был в 100 милях восточнее того же острова и двигался со скоростью 15 миль в час на юг. На каком минимальном расстоянии друг от друга прошли корабли и в какой момент времени это случилось?

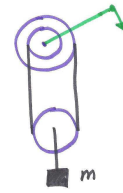
Ф7.2 (МФТИ-1, 2.197) В цилиндре под поршнем находится водяной пар при температуре  $t = 100^\circ\text{C}$  и давлении  $p = 10^5$  Па. Начальный объем пара  $V = 20$  дм<sup>3</sup>. При постоянном атмосферном давлении поршень опускается так, что объем пара уменьшается вдвое. Какое количество теплоты надо отвести от цилиндра, чтобы температура пара осталась прежней? Объемом сконденсировавшейся воды пренебречь. Удельная теплоты испарения воды при температуре  $t = 100^\circ\text{C}$  равна  $q = 2,26 \cdot 10^6$  Дж/кг.

Ф7.3 (Москва-2007, 9-1.4) Длинное наклонное зеркало соприкасается с горизонтальным полом и наклонено под углом  $\alpha$  к вертикали. К зеркалу приближается школьник, глаза которого расположены на высоте  $h$  от уровня земли. На каком максимальном расстоянии от нижнего края зеркала школьник увидит изображение своих глаз? свое изображение полностью, во весь рост?



## ВАРИАНТ 8

Ф8.1 (Москва-09, 8-1.2) Так называемый "китайский ворот" представляет собой два цилиндрических вала радиусами  $r$  и  $R$ , насаженных на общую ось, закрепленную горизонтально. На валы в противоположных направлениях намотана веревка, на которой висит подвижный блок такого радиуса, что свободные участки веревки практически вертикальны. К оси блока прикреплен груз массой  $m$ . Ворот снабжен ручкой, конец которой находится на расстоянии  $2R$  от оси. Какую силу необходимо прикладывать к концу ручки ворота, чтобы удерживать груз? Вербка и блок очень легкие, трения нет.



Ф8.2 (физфак, 2000) Прямоугольный сосуд разделен на две равные части гладким толстым поршнем, ось которого горизонтальна. Левая часть сосуда длиной  $L$  полностью заполнена ртутью. При этом ртуть практически не оказывает давления на верхнюю грань сосуда. В правой части сосуда находится воздух. Пренебрегая тепловым расширением сосуда, поршня и ртути, найти перемещение поршня при медленном уменьшении абсолютной температуры сосуда с содержимым в  $n = 1,5$  раза. Считать, что при конечной температуре ртуть остается жидкой.

Ф8.3 (ВМК, 1999) Световой луч падает на поверхность стеклянного шара. Угол падения  $\alpha = 45^\circ$ , показатель преломления  $n = 1,41$ . Найти угол  $\gamma$  между падающим лучом и лучом, вышедшим из шара.

## ВАРИАНТ 9

Ф9.1 (МФТИ-1, 1.23) Плотность раствора соли меняется с глубиной  $h$  по закону  $\rho = \rho_0 + Ah$ , где  $\rho_0 = 1$  г/см<sup>3</sup>,  $A = 0,01$  г/см<sup>4</sup>. В раствор опущены два шарика, связанные нитью такой длины, что расстояние между центрами шариков не может превышать  $l = 5$  см. Объем каждого шарика  $V = 1$  см<sup>3</sup>, массы  $m_1 = 1,2$  г и  $m_2 = 1,4$  г. На какой глубине каждый шарик находится в равновесии?

Ф9.2 (Россия, 9.100) В одном калориметре находится смесь воды и льда, в другом — вода при температуре  $100^\circ\text{C}$ . Горячую воду начинают охлаждать следующим образом: маленький металлический шарик на нити опускают в холодную воду, затем переносят в горячую, затем опять в холодную и т.д. При этом каждый раз успевает установиться тепловое равновесие, а весь цикл занимает одно и то же время. В начале опыта лед таял со скоростью 20 г/мин., а в конце — со скоростью 10 г/мин. До какой температуры охладилась горячая вода к концу опыта?

Ф9.3 (МФТИ-1, 4.78) Объектив состоит из двух линз: собирающей с фокусным расстоянием  $f_1 = 2f = 20$  см и рассеивающей с фокусным расстоянием  $f_2 = -f = -10$  см. Линзы расположены на расстоянии  $l = 1,5f = 15$  см друг от друга. С помощью объектива получают на экране изображение Солнца. Какое фокусное расстояние  $f_3$  должна иметь линза, чтобы изображение Солнца, полученное с ее помощью, имело такой же размер?