

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.1
К КУРСУ О.Ю.ШВЕДОВА
«ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ»

задания для разбора с преподавателем

Москва — Курск — Орел — Рязань, 2010 г.

1. Кинематика

Ф1а.1 (Лукашик-Иванова-2, 4.13) Велосипедист проехал первую половину пути со скоростью $v_1 = 12$ км/ч, а вторую половину пути с неизвестной скоростью v_2 . Определите эту скорость, если средняя скорость движения велосипедиста на всем пути равна $v_0 = 8$ км/ч.

ОТВЕТ: км/ч.

Ф1а.2 (Лукашик-Иванова-2, 4.23) Группа туристов, двигаясь цепочкой по обочине дороги со скоростью $v_1 = 1$ м/с, растянулась на $L = 480$ м. Замыкающий посылает велосипедиста к руководителю группы, который находится впереди нее. Велосипедист едет со скоростью $v_2 = 7$ м/с; выполнив поручение, он тут же возвращается к замыкающему группы с той же скоростью. Тогда в прямом направлении велосипедист совершит путь за с, а в обратном - за с.

Ф1а.3 (Лукашик-Иванова-2, 4.26) Автоколонна длиной $l = 300$ м движется по мосту равномерно со скоростью $v = 36$ км/ч. За какое время колонна пройдет мост, если длина моста $L = 600$ м?

ОТВЕТ: с.

Ф1а.4 (Лукашик-Иванова-2, 4.32) Из поселка А по прямой автомагистрали выехал велосипедист. Когда он удалился от поселка на $L = 18$ км, вслед ему выехал мотоциклист со скоростью, в 10 раз большей скорости велосипедиста, и нагнал его в поселке В. Чему равно расстояние между этими поселками?

ОТВЕТ: км.

Ф1а.5 (Москва-2006, 06.1) Школьники побывали в селе Константиново, на родине Сергея Есенина, и возвращались к себе домой в Рязань на автобусах. Автобусы ехали со скоростью $v_1 = 70$ км/ч. Пошел дождь, и водители снизили скорость до $v_2 = 50$ км/ч. Когда дождь кончился, автобусы вновь поехали с прежней скоростью и въехали в Рязань на $t_0 = 10$ мин. позже, чем было запланировано. Сколько времени шел дождь?

ОТВЕТ: мин.

Ф1а.6 (Гольдфарб, 1.10) Какова скорость v_2 капель отвесно падающего дождя, если шофер легкового автомобиля заметил, что капли дождя не оставляют следа на заднем стекле, наклоненном под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту, когда скорость автомобиля v_1 больше 30 км/ч?

ОТВЕТ: км/ч.

Ф1а.7 (Гольдфарб, 1.7) Мимо пристани проходит плот. В этот момент в поселок, находящийся на расстоянии $s_1 = 15$ км от пристани, вниз по реке отправляется моторная лодка. Она дошла до поселка за время $t_0 = 3/4$ ч и, повернув обратно, встретила плот на расстоянии $s_2 = 9$ км от поселка. Каковы скорость течения реки и скорость течения лодки относительно воды?

ОТВЕТ: скорость течения реки км/ч, а скорость лодки относительно воды км/ч.

Ф1а.8 (МГУ-1, 4) Трое туристов, обладающих одним велосипедом, должны прибыть на базу в кратчайший срок (время оценивается по последнему прибывшему). Велосипед может взять лишь двоих, поэтому третьему туристу приходится сначала идти пешком. Велосипедист довозит второго туриста до некоторой точки дороги, откуда тот продолжает движение пешком, и возвращается за третьим. Найдите среднюю скорость туристов, если скорость пешехода $v_1 = 4$ км/ч, а велосипедиста $v_2 = 20$ км/ч.

ОТВЕТ: км/ч.

Ф1а.9 (МГУ-1, 3) Завод, на котором работает инженер, находится за городом. Каждый раз к приходу поезда на станцию приезжает заводская машина, которая доставляет инженера на место работы. Однажды инженер приехал на станцию на час раньше обычного и, не дожидаясь машины, пошел на завод пешком. По дороге он встретил автомашину и приехал на завод на 10 мин. раньше обычного. Сколько времени шел инженер до встречи с заводской автомашиной?

ОТВЕТ: мин.

Ф1а.10 (МГУ-1, 18) По пересекающимся под прямым углом дорогам движутся автомашины с постоянными скоростями $v_1 = 60$ км/ч и $v_2 = 80$ км/ч. Вторая машина проехала перекресток на промежуток времени $t_0 = 1$ ч позже первой. Автомобили оказались на наименьшем расстоянии друг от друга через мин. после того, как первая машина прошла через перекресток. Это наименьшее расстояние равно км.

2. Статика

Ф2а.1 (Лукашик-Иванова-2, 3.32) Железная и алюминиевая детали имеют одинаковые объемы. Найдите массы этих деталей, если масса железной детали на $\Delta m = 10,2$ г больше массы алюминиевой. Плотности железа и алюминия $\rho_1 = 7,8$ г/см³ и $\rho_2 = 2,7$ г/см³ соответственно.

ОТВЕТ: масса железной детали г, а масса алюминиевой детали г.

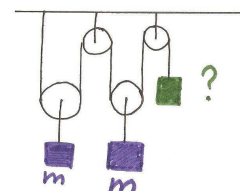
Ф2а.2 (Гольдфарб, 8.35) Десять шариков, массы которых соответственно равны $m, 2m, \dots, 10m$, укреплены на невесомом стержне в точках с координатами $l, 2l, 3l, 4l, 5l, 6l, 7l, 8l, 9l, 10l$. Тогда центр масс системы находится в точке с координатой l .

Ф2а.3 (Гольдфарб, 8.19) Железный прут изогнут пополам так, что его равные части образуют прямой угол. Прут подвешен за один из концов на шарнире. Найдите угол α , который образует с вертикалью верхняя часть стержня в положении равновесия.



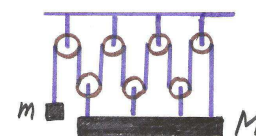
ОТВЕТ: котангенс угла α равен .

Ф2а.4 (Лукашик-Иванова-1, 772) В системе, изображенной на рисунке, к двум подвижным блокам подвешены грузы массой $m = 4$ кг. Груз какой массы надо подвесить к концу нити, чтобы изображенная на рисунке система находилась в равновесии?



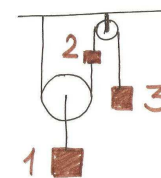
ОТВЕТ: кг.

Ф2а.5 (Москва, 1.172) Школьник Вася изобрел схему из подвижных и неподвижных блоков, изображенную на рисунке. Найдите отношение масс грузов $M : m$, при которой эта система находится в равновесии.



ОТВЕТ:

Ф2а.6 (физфак, 2000, упрощена) В системе, показанной на рисунке, грузы 2 и 3 массами $m_2 = 1$ кг и $m_3 = 3$ кг прикреплены к концам невесомой нерастяжимой нити. На такой же нити, один конец которой закреплен, а другой прикреплен к грузу массой m_2 , висит подвижный блок. Отрезки нитей, не лежащие на блоках, вертикальны. Груз какой массы m_1 надо подвесить к оси подвижного блока, чтобы система находилась в равновесии?



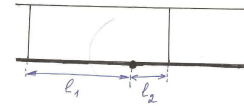
ОТВЕТ: кг.

Ф2а.7 (НГУ, 2.8.20) Неравноплечие весы находятся в равновесии. Если на левую их чашку положить груз, то он уравновешивается гирей массы

$m_1 = 2$ кг на правой чашке. Если этот же груз положить на правую чашку весов, то он уравнивается гирей массы $m_2 = 8$ кг на левой чашке. Какова масса груза?

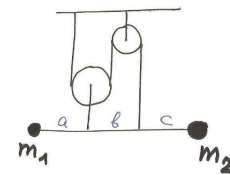
ОТВЕТ: кг.

Ф2а.8 (Лукашик-Иванова-2, 14.23) Балка массой $M = 140$ кг подвешена на двух канатах. Определите силы натяжения канатов, если расстояние от центра балки до левого каната $l_1 = 3$ м, до правого $l_2 = 1$ м.



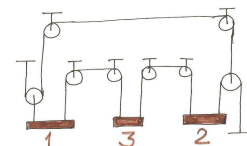
ОТВЕТ: сила натяжения левого каната кгс = Н, правого каната кгс = Н.

Ф2а.9 (Москва, 2008, 8-II-2) Рычаг подвешен к системе блоков так, что точки подвеса делят его в отношении $a : b : c$. Блоки, рычаг и нити невесо-мы, трения нет. Каково отношение масс грузов m_1 и m_2 , если система находится в равновесии? Получите ответ в общем случае и при $a = b = c = 1$ м.



ОТВЕТ: в частном случае $m_1 : m_2 =$.

Ф2а.10 (Москва, 2008, 11-0-2) На рисунке изображена система, состоящая из блоков, грузов и нитей. Массы грузов 1 и 2 известны: $m_1 = 4$ кг, $m_2 = 6$ кг. В каком интервале должна лежать масса m_3 третьего груза, чтобы система находилась в равновесии? Блоки и нити считать невесомыми, трением в блоках пренебречь. Участки нитей, не лежащие на блоках, горизонтальны или вертикальны.



ОТВЕТ: масса третьего груза может лежать в интервале от кг до кг.

3. Гидростатика

Ф3а.1 (Гольдфарб, 10.19) В шаре объема $V_1 = 10$ см³, сделанном из материала плотностью $\rho_1 = 2,8$ г/см³, имеется полость объема $V_2 = 9$ см³. Веществом с какой плотностью ρ следует заполнить внутреннюю полость шара, чтобы он находился в безразличном равновесии в воде плотности $\rho_0 = 1$ г/см³?

ОТВЕТ: г/см³.

Ф3а.2 (Гольдфарб, 10.24) Вес тела в воде (плотность $\rho_0 = 1$ г/см³) в 3 раза меньше, чем в воздухе. Какова плотность материала тела?

ОТВЕТ: г/см³.

ФЗа.3 (ВМК, 2002) Надводная часть айсберга имеет объем $V = 1000 \text{ м}^3$. Найдите массу айсберга M , если плотность воды $\rho_0 = 1 \text{ г/см}^3$, а плотность льда $\rho_1 = 0,9 \text{ г/см}^3$.

ОТВЕТ: т.

ФЗа.4 (химфак, 1999) Деревянный шар подвешен на нити так, что половина его находится в воде. Найдите плотность дерева ρ , если прикрепленная к шару нить натянута с силой $F = 6 \text{ Н}$. Вес шара в воздухе равен $P = 16 \text{ Н}$. Плотность воды $\rho_0 = 1 \text{ г/см}^3$.

ОТВЕТ: г/см³.

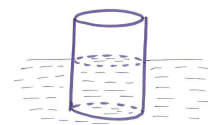
ФЗа.5 (Гольдфарб, 10.5) В цилиндрический сосуд площадью сечения $S = 1 \text{ дм}^2$ налита вода плотностью $\rho_0 = 1 \text{ г/см}^3$. На сколько поднимется уровень воды, если положить в сосуд кусок дерева массой $m = 2 \text{ кг}$ и плотностью $\rho = 0,5 \text{ г/см}^3$?

ОТВЕТ: уровень воды поднимется на дм.

ФЗа.6 (Гольдфарб, 10.32) Два шарика равных объемов, сделанные из материалов с плотностями $2\rho_0$ и $3\rho_0$, соединены невесомым стержнем длиной $l = 15 \text{ м}$. Затем вся система помещена в жидкость плотностью ρ_0 . Чтобы стержень находился в равновесии в горизонтальном положении, его нужно подвесить в точке на расстоянии м от шарика плотности $2\rho_0$.

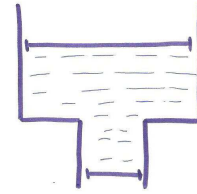
ФЗа.7 (Лукашик-Иванова-2, 6.18) В цилиндрических сообщающихся сосудах находится вода плотностью $\rho_0 = 1 \text{ г/см}^3$. Площадь поперечного сечения широкого сосуда в 4 раза больше площади поперечного сечения узкого сосуда. В узкий сосуд наливают керосин плотностью $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$, который образует столб высотой $H = 25 \text{ см}$. Тогда в широком сосуде уровень воды повысится на см, а в узком - понизится на см.

ФЗа.8 (МГУ-1, 251) В воде плавает в вертикальном положении труба. Высота выступающей из воды (плотность $\rho_0 = 1 \text{ г/см}^3$) части трубы $h = 5 \text{ см}$. Внутри трубы наливается масло плотности $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$. Какой длины должна быть труба для того, чтобы ее можно было целиком заполнить маслом?



ОТВЕТ: см.

ФЗа.9 (МФТИ-1, 1.28) В вертикально расположенном сосуде с сечениями $S_1 = 2 \text{ м}^2$ и $S_2 = 4 \text{ м}^2$. Поршни соединены тонкой проволокой длиной $l = 1 \text{ м}$. Найдите силу T натяжения проволоки, если пространство между поршнями заполнено водой (плотность $\rho_0 = 1 \text{ г/см}^3$). Трением пренебречь. Сверху и снизу сосуд сообщается с атмосферой.



ОТВЕТ: кН.

ФЗа.10 (физфак, 2001) На дне цилиндрического сосуда с шерховатым горизонтальным дном лежит шайба из материала с плотностью ρ . В сосуд медленно наливают жидкость с плотностью ρ_0 , расходуя $V \text{ м}^3/\text{с}$. В течение промежутка времени t_1 уровень воды поднимается со скоростью v_1 , по истечении этого промежутка - со скоростью $v_1/3$. Найдите массу шайбы. Запишите ответ в двух частных случаях: (а) при $\rho = 2\rho_0$ масса шайбы $\rho_0 V t_1$; (б) при $\rho = 0,5\rho_0$ масса шайбы $\rho_0 V t_1$.

4. Калориметрия

В задачах можно использовать следующие данные: удельные теплоемкости воды $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{С})$ и льда $c = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{С})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, удельная теплота парообразования воды $L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$, плотности воды $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$ и льда $\rho = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Ф4а.1 (Лукашик-Иванова-1, 1023б) Когда в бак умывальника с водой при температуре $t_0 = 20^\circ\text{С}$ добавили еще $V = 3 \text{ л}$ воды при $t_1 = 100^\circ\text{С}$ и перемешали всю воду, температура воды в баке стала равна $t_2 = 35^\circ\text{С}$. Пренебрегая потерями теплоты на нагревание бака и окружающей среды, определите начальный объем воды в баке.

ОТВЕТ: $V =$ л.

Ф4а.2 (Лукашик-Иванова-1, 1053) На сколько изменится температура воды объемом $V = 100 \text{ л}$, если считать, что вся теплота, выделяемая при сжигании древесного угля массой $m = 0,5 \text{ кг}$, пойдет на нагревание воды? Удельная теплота сгорания древесного угля $r = 3,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$.

ОТВЕТ: на л.

Ф4а.3 (Гольдфарб, 13.4, переработка) В калориметре находится вода массой $m_0 = 1 \text{ кг}$ при температуре $t_0 = 0^\circ\text{С}$. Какую массу свинца температуры $t_1 = 100^\circ\text{С}$ надо бросить в калориметр, чтобы поднять температуру воды до $t_2 = 20^\circ\text{С}$? Удельная теплоемкость свинца $c = 125 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{С})$.

ОТВЕТ: кг.

Ф4а.4 (Лукашик-Иванова-2, 16.28, переработка) В калориметр, содержащий лед массой $m = 100$ г при температуре 0°C , впустили пар, температура которого $t_0 = 100^\circ\text{C}$. При какой минимальной массе впущенного пара весь лед растает?

ОТВЕТ: г.

Ф4а.5 (МГУ-1, 383, переработка) В калориметре находилось $m_1 = 600$ г воды при температуре $t_1 = 10^\circ\text{C}$. В воду бросили $m_2 = 400$ г льда при температуре $t_2 = -10^\circ\text{C}$. Какой оказалась установившаяся температура в калориметре? Сколько воды и сколько льда оказалось в калориметре?

ОТВЕТ: в калориметре установилась температура $^\circ\text{C}$, оказалось г льда и г воды.

Ф4а.6 (физфак, 2000) В комнате на столе стоят два одинаковых стакана. Температура в комнате 20°C . В первый стакан быстро наливают $m = 200$ г воды с температурой $t = 0^\circ\text{C}$, а во второй кладут $\Delta m = 10$ г льда с той же температурой и наливают $m - \Delta m = 190$ г воды с температурой 0°C . Температура воды в первом стакане через время $\tau_1 = 2$ мин. увеличилась на $\Delta t = 1^\circ\text{C}$. Через какое время после заполнения второй стакан нагреется до той же температуры? Теплоемкостью стаканов пренебречь.

ОТВЕТ: через мин.

Ф4а.7 (Гольдфарб, 14.14, переработка) В сосуде Дьюара хранится жидкий азот объемом $V = 2$ л при температуре $t_1 = -195^\circ\text{C}$. Он испаряется за время $\tau = 48$ ч. Определите удельную теплоту парообразования азота L , если известно, что при температуре $t = 0^\circ\text{C}$ в том же сосуде за такое же время растает лед массой $m_2 = 85$ г. Температура окружающего воздуха $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Плотность жидкого азота $\rho_1 = 0,8 \cdot 10^3$ кг/м³. Считайте, что скорость подвода теплоты внутрь сосуда пропорциональна разности температур снаружи и внутри сосуда.

ОТВЕТ: Дж/кг.

Ф4а.8 (МГУ-1, 385) При помещении в переохлажденную воду небольшого кристаллика льда вода непременно начнет замерзать. Какое количество льда образуется из $m_0 = 1$ кг воды, переохлажденной до температуры $t = -8^\circ\text{C}$? Какую температуру должна была бы иметь переохлажденная вода, чтобы целиком превратиться в лед? Теплоемкость воды считайте не зависящей от температуры.

ОТВЕТ: образуется лед массой г; для полного превращения в лед переохлажденная вода должна была бы иметь температуру °С.

Ф4а.9 (ВМК, 2003) В стакане находится некоторое количество воды, нагретой до температуры $t_1 = 60^\circ\text{C}$. В стакан кладут металлический шарик, имеющий температуру $t_0 = 20^\circ\text{C}$, а некоторое время спустя - еще два таких же шарика при той же температуре. В результате в стакане устанавливается температура $t_3 = 50^\circ\text{C}$. Какова была установившаяся температура t_2 в стакане после того, как в него был опущен первый шарик? Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

ОТВЕТ: $t_2 =$ °С.

Ф4а.10 (Москва, 2.12) К свинцовому грузу, имеющему температуру $t_0 = 0^\circ\text{C}$, привязали кусок льда массой $M = 1$ кг и температурой $t = -30^\circ\text{C}$, после чего отпустили их в большую бочку с водой температуры 0°C . При этом лед и груз сначала утонули, а через некоторое время - всплыли. В каких пределах может находиться масса груза m ? Плотность свинца $\rho_0 = 11$ г/см³.

ОТВЕТ: в пределах от г до г.

5. Свойства газов

Ф5а.1 (Гольдфарб, 12.40) На некоторой высоте давление воздуха $p = 3 \cdot 10^4$ Па, а температура $t = -43^\circ\text{C}$. Какова плотность воздуха на этой высоте? Молярная масса воздуха $M_m = 29$ г/моль.

ОТВЕТ: $\rho =$ кг/м³.

Ф5а.2 (МФТИ-1, 2.27, переработка) Баллончик для приготовления газированной воды имеет вместимость $V = 5$ см³ и содержит углекислый газ при давлении $p = 15$ атм и комнатной температуре $T = 300$ К. Определите массу углекислого газа в баллончике. Молярная масса углекислого газа $M_m = 44$ г/моль.

ОТВЕТ: мг.

Ф5а.3 (МГУ-1, 340) Определите температуру газа, находящегося в закрытом сосуде, если давление газа увеличивается на 0,4% при нагревании газа на $\Delta t = 1^\circ\text{C}$.

ОТВЕТ: °С.

Ф5а.4 (МФТИ-1, 2.92) Определите плотность смеси, содержащей водород массой $m_1 = 4$ г и кислород массой $m_2 = 32$ г при температуре $t = 7^\circ\text{C}$ и общем давлении $p = 10^5$ Па. Молярная масса водорода $M_{m1} = 2$ г/моль, кислорода $M_{m2} = 32$ г/моль.

ОТВЕТ: кг/м³.

Ф5а.5 (МФТИ-1, 2.59) Газ некоторой массы занимает объем V_1 при давлении p_1 и температуре T_1 . Этот газ при постоянном объеме нагревают до температуры $T_2 = 2T_1$, после этого происходит расширение газа при постоянном давлении до объема $V_2 = 4V_1$. Из получившегося состояния газ возвращают в начальное (p_1, V_1, T_1) так, что во время этого процесса $pV^n = \text{const}$. Определите показатель степени n .

ОТВЕТ: .

Ф5а.6 (МФТИ-1, 2.94, переработка) В баллоне вместимостью $V = 90$ л содержится смесь водорода и кислорода общей массой $m = 68$ г, создающая при температуре $t = 0^\circ\text{C}$ давление $p = 10^5$ Па. Молярная масса водорода $M_{m1} = 2$ г/моль, кислорода $M_{m2} = 32$ г/моль, воды $M_{m3} = 18$ г/моль. Когда водород полностью соединится с кислородом, останется г водорода, г кислорода, образуется г воды.

Ф5а.7 (МФТИ-1, 2.97, переработка) Сосуд разделен на две равные части полупроницаемой неподвижной перегородкой. В первую половину сосуда введена смесь аргона и водорода при давлении $1,5p = 1,5 \cdot 10^5$ Па, во второй половине вакуум. Через перегородку может диффундировать только водород. После окончания процесса диффузии давление в первой половине оказалось равным $p = 10^5$ Па. Во время процесса температура поддерживалась постоянной. Определите отношение количеств молекул аргона и водорода в смеси, которая была первоначально введена в первую половину сосуда.

ОТВЕТ: отношение количеств молекул водорода и аргона равно .

Ф5а.8 (МФТИ-1, 2.104) Водород некоторой массы занимает объем $V_1 = 1$ м³ при давлении $p_1 = 2 \cdot 10^5$ Па и температуре $T_1 = 250$ К. Какое давление p_2 будет иметь водород той же массы при температуре $T_2 = 5000$ К в объеме $V_2 = 10$ м³, если при столь высокой температуре молекулы водорода полностью диссоциируют на атомы?

ОТВЕТ: $\cdot 10^5$ Па.

Ф5а.9 (Гольдфарб, 12.10, переработка) Стекланный баллон объемом $V = 1$ л был наполнен испытуемым газом до давления $p = 10^5$ Па и взвешен. Затем часть газа была откачана и давление в баллоне упало до $0,5p$. Новый вес баллона оказался на $\Delta Q = 0,01$ Н меньше. Какова плотность испытуемого газа при давлении p ? Температура постоянна.

ОТВЕТ: кг/м³.

Ф5а.10 (НГУ, 5.5.3) Чтобы изотермически уменьшить объем газа в цилиндре с поршнем в $n = 2$ раза, на поршень поместили груз массы m . Какой массы груз следует добавить, чтобы объем газа изотермически уменьшился еще в $k = 2$ раза?

ОТВЕТ: m .

Ф5а.11 (НГУ, 5.5.17) Два сосуда вместимости $V_1 = 200 \text{ см}^3$ и $V_2 = 100 \text{ см}^3$ разделены подвижным поршнем, не проводящим тепло. Сначала температура газа в сосудах $T = 300 \text{ К}$, а его давление $p_0 = 10^5 \text{ Па}$. Затем меньший сосуд охладили льдом до $T_2 = 273 \text{ К}$, а больший сосуд нагрели паром до $T_1 = 373 \text{ К}$. Какое давление p установится в сосудах?

ОТВЕТ: $\cdot 10^5 \text{ Па}$.

Ф5а.12 (МФТИ-1, 2.137) Смешали $V_1 = 1 \text{ м}^3$ воздуха с относительной влажностью 60% и $V_2 = 2 \text{ м}^3$ воздуха с относительной влажностью 30%. При этом обе порции были взяты при одинаковых температурах. Смесь занимает объем $V_1 + V_2 = 3 \text{ м}^3$. Определите ее относительную влажность.

ОТВЕТ: %.

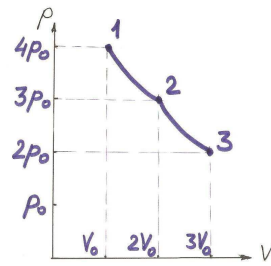
Ф5а.13 (МФТИ-1, 2.145) Определите отношение плотностей сухого воздуха и воздуха с относительной влажностью 100%. Обе порции взяты при атмосферном давлении $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ и температуре $t = 20^\circ\text{С}$. Давление насыщенного пара воды при этой температуре $p = 2,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Молярная масса воздуха $M_{m1} = 29 \text{ г/моль}$, воды $M_{m2} = 18 \text{ г/моль}$.

ОТВЕТ: плотность сухого воздуха плотности влажного воздуха на %.

Ф5а.14 (физфак, 2000) В цилиндре под поршнем в объеме $V_1 = 5 \text{ л}$ находится воздух с насыщенными парами воды при температуре $t_1 = 17^\circ\text{С}$. Объем воздуха медленно уменьшили до величины $V_2 = 1 \text{ л}$, одновременно увеличив температуру до $t_2 = 100^\circ\text{С}$. Найдите относительную влажность воздуха в конечном состоянии. Давление насыщенных паров воды при начальной температуре равно $p_1 = 17 \text{ мм рт.ст.}$. Атмосферное давление $p_0 = 760 \text{ мм рт.ст.}$

ОТВЕТ: %.

Ф5а.15 (физфак, 1999, переработка) На pV -диаграмме показана экспериментально полученная изотерма влажного воздуха. Найдите отношение количества молекул сухого воздуха к количеству молекул паров воды в точке 1.



ОТВЕТ: отношение количества молекул сухого воздуха к количеству молекул воды в точке 1 равно .

Ф5а.16 (Гольдфарб, 14.25, переработка) В закрытом с обоих концов цилиндре объемом $V = 93$ л свободно ходит невесомый тонкий поршень. В пространство с одной стороны поршня вводится вода, с другой стороны поршня азот количеством $\nu_2 = 1$ моль. Какое количество воды ν_1 можно ввести, чтобы при температуре $t = 100^\circ\text{C}$ она вся была в газообразном состоянии? Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па.

ОТВЕТ: количество воды должно быть

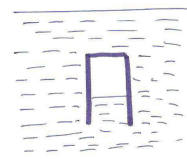
не больше
не меньше

 моль.

Ф5а.17 (МГУ-1, 333, переработка) Посередине горизонтальной, закрытой с обоих концов трубки длины $3l$ находится столбик ртути длиной l . Если трубку поставить вертикально, то столбик ртути переместится на расстояние $l/2$ от своего первоначального положения. Найдите первоначальное давление воздуха в трубке. Плотность ртути ρ . Температура постоянна.

ОТВЕТ: gl .

Ф5а.18 (МГУ-1, 330) Стеклянная трубка, имеющая длину $l = 50$ см и поперечное сечение $S = 0,5$ см², запаяна с одного конца. Трубку погружают в воду, как показано на рисунке. Какую силу нужно приложить, чтобы удержать трубку под водой, если расстояние от поверхности воды до запаянного конца $h = 10$ см, а атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па? Масса трубки $m = 15$ г. Плотность воды $\rho = 10^3$ кг/м³.



ОТВЕТ: Н.

Ф5а.19 (Гольдфарб, 12.11) В ртутный барометр попал пузырек воздуха, вследствие чего барометр показывает давление меньше истинного. При сверке его с точным барометром оказалось, что при давлении $p = 768$ мм рт. ст. барометр показывает $p' = 747$ мм рт. ст., причем расстояние от уровня ртути до верхнего основания трубки $l = 40$ мм. Каково истинное

давление p_1 , если барометр показывает $p'_1 = 727$ мм рт.ст.? Температура воздуха постоянна.

ОТВЕТ: мм рт. ст.

Ф5а.20 (физфак, 2000) В запаянной с обоих концов U -образной трубке, частично заполненной водой, в одном из колен находится воздух, а из другого колена воздух полностью удален. При температуре $t_1 = 27^\circ\text{C}$ уровень воды в колене, содержащем воздух, ниже запаянного торца трубки на $L_1 = 80$ см, а перепад уровней воды в коленах равен $h_1 = 40$ см. Найдите изменение разности уровней воды в коленах после нагревания трубки до температуры $t_2 = 87^\circ\text{C}$, пренебрегая тепловым расширением и объемом испарившейся воды.

ОТВЕТ: разность уровней воды изменится на см.

6. Отражение и преломление света

Ф6а.1 (Гольдфарб, 25.2) На какой угол повернется луч, отраженный от плоского зеркала, при повороте последнего на угол $\alpha = 10^\circ$?

ОТВЕТ: $^\circ$.

Ф6а.2 (Гольдфарб, 25.9) Два зеркала наклонены друг к другу и образуют двугранный угол $\alpha = 40^\circ$. На них падает луч, лежащий в плоскости, перпендикулярной ребру угла. Угол падения луча на первое зеркало составляет $\beta = 30^\circ$. Найдите, на какой угол повернется отраженный луч после отражения от обоих зеркал.

ОТВЕТ: $^\circ$.

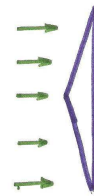
Ф6а.3 (Гольдфарб, 25.18) Луч, падающий на плоскую границу раздела двух сред, относительный показатель преломления которых $n = 1,5$, частично отражается, частично преломляется. При каком угле падения отраженный луч перпендикулярен преломленному лучу?

ОТВЕТ: $^\circ$.

Ф6а.4 (Гольдфарб, 25.19) Луч света падает на оптическую призму из кварцевого стекла под углом $\alpha = 36^\circ$. Преломляющий угол призмы $\varphi = 40^\circ$. Каков угол отклонения луча от первоначального направления? Показатель преломления кварцевого стекла $n = 1,54$.

ОТВЕТ: $^\circ$.

Ф6а.5 (ВМК, 2001) На равнобедренную стеклянную призму падает широкий параллельный пучок света, перпендикулярный грани BC , ширина которой $d = 5$ см. На каком расстоянии L от грани BC преломленный призмой свет разделится на два перекрывающихся пучка? Показатель преломления стекла $n = 1,5$, угол при основании призмы $\alpha = 5,7^\circ$.

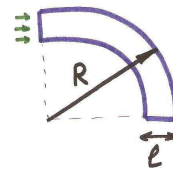


ОТВЕТ: м.

Ф6а.6 (МФТИ-1, 4.14) На дне сосуда, наполненного водой до высоты $h = 2,65$ м, находится точечный источник света S . На поверхности воды плавает круглый диск так, что центр диска находится над точечным источником света. При каком минимальном радиусе диска ни один луч не выйдет через поверхность воды? Показатель преломления воды $n = 4/3$.

ОТВЕТ: м.

Ф6а.7 (НГУ, 13.2.7) Каким должен быть внешний радиус изгиба световода R , сделанного из прозрачного вещества с показателем преломления $n = 1,5$, чтобы при диаметре световода, равном $l = 1$ см, свет, вошедший в световод перпендикулярно плоскости его поперечного сечения, распространялся, не выходя через боковую поверхность наружу?



ОТВЕТ: радиус R должен быть см.

Ф6а.8 () Параллельный пучок света, попав на призму, изготовленную из стекла с показателем преломления $n = 1,6$, отклоняется на угол $\alpha = 4,5^\circ$. Каким будет угол отклонения этого пучка, если поместить призму в прозрачную среду, имеющую показатель преломления $n_1 = 1,5$?

ОТВЕТ: $^\circ$.

Ф6а.9 (Гольдфарб, 25.30, упрощена) В сосуд налита жидкость с показателями преломления $n = 4/3$. Толщина ее слоя $h = 4$ см. На каком расстоянии от поверхности жидкости будет казаться расположенным дно сосуда?

ОТВЕТ: см.

Ф6а.10 (Гольдфарб, 25.31) Человек, находящийся на высоте $h = 10$ см над уровнем воды, смотрит на свое изображение в зеркале, расположенном на дне сосуда, наполненного слоем воды высотой $h_0 = 8$ см. На

каком расстоянии от человека находится его изображение? Показатель преломления воды $n = 4/3$.

ОТВЕТ: см.

7. Линзы и оптические приборы

Ф7а.1 (Гольдфарб, 26.43) Предмет находится слева от собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 10$ см на расстоянии $2F = 20$ см. Вторая собирающая линза с фокусным расстоянием $0,5F = 5$ см расположена справа от первой на расстоянии $3F = 30$ см. Найдите положение изображения и увеличение, даваемое системой.

ОТВЕТ: изображение находится на расстоянии см от правой линзы, увеличение системы равно .

Ф7а.2 (МГУ-1, 745, переработка) Расстояние между электрической лампочкой и экраном $L = 1$ м. Собирающая линза с каким фокусным расстоянием f позволяет получить отчетливое изображение лампы на экране?

ОТВЕТ: фокусное расстояние линзы должно быть

не больше
не меньше

 см.

Ф7а.3 (Гольдфарб, 27.7) Человек с нормальным зрением отчетливо видит предметы, находящиеся от него на расстояниях от $d = 25$ см до бесконечности. Он начинает смотреть через очки с оптической силой $D = 4$ дптр. Между какими двумя предельными положениями должен быть расположен рассматриваемый объект, чтобы его было ясно видно?

ОТВЕТ: предмет может находиться на расстояниях от см до см.

Ф7а.4 (Гольдфарб, 27.15) В качестве лупы используется линза с фокусным расстоянием $F = 2,5$ см. Найдите увеличение лупы, если наблюдатель устанавливает лупу так, чтобы (а) видеть изображение на расстоянии наилучшего зрения $d = 25$ см. (б) адаптировать глаз на бесконечность. В первом случае увеличение лупы равно

ОТВЕТ: , во втором равно

ОТВЕТ: .

Ф7а.5 (МФТИ-1, 4.136) В микроскопе фокусное расстояние объектива $f_1 = 5,4$ мм, а окуляра $f_2 = 2$ см. Предмет находится на расстоянии $a_1 = 5,6$ мм от объектива. Определите для нормального глаза увеличение микроскопа и длину микроскопа (расстояние между объективом и окуляром). Расстояние наилучшего зрения $d = 25$ см.

ОТВЕТ: увеличение микроскопа , длина микроскопа см.

Ф7а.6 (МФТИ-1, 4.59) Предмет и его прямое изображение расположены симметрично относительно фокуса линзы. Расстояние от предмета до фокуса собирающей линзы $l = 4$ см. Найдите фокусное расстояние линзы.

ОТВЕТ: см.

Ф7а.7 (химфак, 1999) Имеется линза с оптической силой $D = +2$ дптр. Стержень располагают перпендикулярно главной оптической оси поочередно в двух ее точках на разных расстояниях от линзы (по одну сторону от нее). В обоих случаях линейные размеры оптического изображения оказываются в $k = 10$ раз больше длины стержня. Найдите расстояние между этими положениями стержня.

ОТВЕТ: см.

Ф7а.8 (МФТИ-1, 4.57) Линза с фокусным расстоянием $f_1 = 12$ см создает на экране изображение предмета с увеличением $\Gamma_1 = 9$. Другая линза при этом же расстоянии между предметом и экраном дает увеличение $\Gamma_2 = 3$. Найдите фокусное расстояние f_2 второй линзы.

ОТВЕТ: см.

Ф7а.9 (Гольдфарб, 27.12) Требуется сфотографировать конькобежца, пробегающего перед фотоаппаратом со скоростью $v = 10$ м/с. Определите максимально допустимое время τ экспозиции при условии, что размытость изображения не должна превышать $\Delta = 0,2$ мм. Главное фокусное расстояние объектива $F = 10$ см, расстояние от конькобежца до аппарата $d = 5$ м. В момент фотографирования оптическая ось объектива аппарата перпендикулярна траектории движения конькобежца.

ОТВЕТ: $\cdot 10^{-3}$ с.

Ф7а.10 (МФТИ-1, 4.145) Объективом театрального бинокля служит собирающая линза с фокусным расстоянием $f_1 = 8$ см, окуляром - рассеивающая линза с фокусным расстоянием $f_2 = -4$ см. Чему равно расстояние между объективом и окуляром, если изображение рассматривается глазом, аккомодированным на бесконечность? На сколько нужно переместить окуляр для того, чтобы изображение можно было рассматривать глазом с расстояния наилучшего зрения $d = 25$ см?

ОТВЕТ: если глаз аккомодирован на бесконечность, расстояние между объективом и окуляром должно составлять см; чтобы рассматривать

изображение с расстояния наилучшего зрения, окуляр надо передвинуть на мм

к объективу
от объектива

.

Ф7а.11 (Гольдфарб, 27.22) Фокусное расстояние объектива одного из рефракторов в Пулковке $F_1 = 14,1$ м. Каково увеличение этого рефрактора при пользовании окуляром с фокусным расстоянием $F_2 = 2,5$ см?

ОТВЕТ: .

Ф7а.12 (МФТИ-1, 4.75) Две собирающие линзы с фокусными расстояниями $f_1 = 10$ см и $f_2 = 20$ см расположены на одной оси. С помощью этой системы линз получают изображение предмета, причем оказалось, что размер изображения не зависит от расстояния между предметом и системой линз. Найдите расстояние l между линзами.

ОТВЕТ: см.

Ф7а.13 (МГУ-1, 738) Двояковыпуклая линза, сделанная из стекла с показателем преломления $n = 1,6$, имеет фокусное расстояние $f = 10$ см. Чему будет равно фокусное расстояние этой линзы, если ее поместить в прозрачную среду, имеющую показатель преломления $n_1 = 1,5$?

ОТВЕТ: см.

Ф7а.14 (Гольдфарб, 26.36) Точечный источник света расположен на расстоянии $a = 30$ см от тонкой линзы, оптическая сила которой $D = 5$ дптр. На какое расстояние l сместится изображение источника, если между линзой и источником поместить толстую стеклянную пластинку толщиной $h = 15$ см и показателем преломления $n = 1,5$?

ОТВЕТ: см.

Ф7а.15 (МГУ-1, 767) Система состоит из двух линз с одинаковыми по модулю фокусными расстояниями. Одна из линз собирающая, другая рассеивающая. Линзы расположены на одной оси на некотором расстоянии друг от друга. Известно, что если поменять линзы местами, то действительное изображение Луны, даваемое этой системой, сместится на $l = 20$ см. Найдите модуль фокусного расстояния каждой из линз.

ОТВЕТ: см.

Таблица синусов

φ	$\sin \varphi$	φ	$\sin \varphi$	φ	$\sin \varphi$
1	0.0174	31	0.5150	61	0.8746
2	0.0348	32	0.5299	62	0.8829
3	0.0523	33	0.5446	63	0.8910
4	0.0697	34	0.5591	64	0.8987
5	0.0871	35	0.5735	65	0.9063
6	0.1045	36	0.5877	66	0.9135
7	0.1218	37	0.6018	67	0.9205
8	0.1391	38	0.6156	68	0.9271
9	0.1564	39	0.6293	69	0.9335
10	0.1736	40	0.6427	70	0.9396
11	0.1908	41	0.6560	71	0.9455
12	0.2079	42	0.6691	72	0.9510
13	0.2249	43	0.6819	73	0.9563
14	0.2419	44	0.6946	74	0.9612
15	0.2588	45	0.7071	75	0.9659
16	0.2756	46	0.7193	76	0.9702
17	0.2923	47	0.7313	77	0.9743
18	0.3090	48	0.7431	78	0.9781
19	0.3255	49	0.7547	79	0.9816
20	0.3420	50	0.7660	80	0.9848
21	0.3583	51	0.7771	81	0.9876
22	0.3746	52	0.7880	82	0.9902
23	0.3907	53	0.7986	83	0.9925
24	0.4067	54	0.8090	84	0.9945
25	0.4226	55	0.8191	85	0.9961
26	0.4383	56	0.8290	86	0.9975
27	0.4539	57	0.8386	87	0.9986
28	0.4694	58	0.8480	88	0.9993
29	0.4848	59	0.8571	89	0.9998
30	0.4999	60	0.8660	90	1

Таблица десятичных логарифмов

x	$\log_{10} x$	x	$\log_{10} x$	x	$\log_{10} x$
1	0.00000	4.1	0.61278	7.1	0.85126
1.1	0.04139	4.2	0.62325	7.2	0.85733
1.2	0.07918	4.3	0.63347	7.3	0.86332
1.3	0.11394	4.4	0.64345	7.4	0.86923
1.4	0.14613	4.5	0.65321	7.5	0.87506
1.5	0.17609	4.6	0.66276	7.6	0.88081
1.6	0.20412	4.7	0.67210	7.7	0.88649
1.7	0.23045	4.8	0.68124	7.8	0.89209
1.8	0.25527	4.9	0.69020	7.9	0.89763
1.9	0.27875	5	0.69897	8	0.90309
2	0.30103	5.1	0.70757	8.1	0.90849
2.1	0.32222	5.2	0.71600	8.2	0.91381
2.2	0.34242	5.3	0.72428	8.3	0.91908
2.3	0.36173	5.4	0.73239	8.4	0.92428
2.4	0.38021	5.5	0.74036	8.5	0.92942
2.5	0.39794	5.6	0.74819	8.6	0.93450
2.6	0.41497	5.7	0.75587	8.7	0.93952
2.7	0.43136	5.8	0.76343	8.8	0.94448
2.8	0.44716	5.9	0.77085	8.9	0.94939
2.9	0.46240	6	0.77815	9	0.95424
3	0.47712	6.1	0.78533	9.1	0.95904
3.1	0.49136	6.2	0.79239	9.2	0.96379
3.2	0.50515	6.3	0.79934	9.3	0.96848
3.3	0.51851	6.4	0.80618	9.4	0.97313
3.4	0.53148	6.5	0.81291	9.5	0.97772
3.5	0.54407	6.6	0.81954	9.6	0.98227
3.6	0.55630	6.7	0.82607	9.7	0.98677
3.7	0.56820	6.8	0.83251	9.8	0.99123
3.8	0.57978	6.9	0.83885	9.9	0.99564
3.9	0.59106	7	0.84510	10	1.00000
4	0.60206				