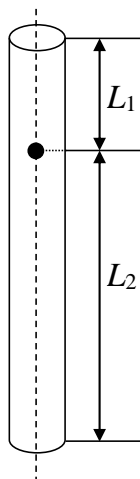


Физика, отборочный этап

Задача 1.

Вариант 1

Однородный стержень, имеющий форму цилиндра, подвешен на гвоздь, вокруг которого может свободно вращаться (см. рисунок). Найти период малых гармонических колебаний стержня T при ускорении свободного падения $g = 9.8 \text{ м/с}^2$. Ответ привести с точностью до двух значащих цифр.

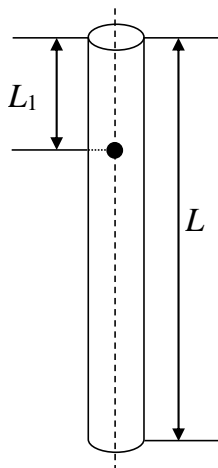


Варианты условия и ответы

L_1 , см	L_2 , см	T , с	L_2 , см	T , с	L_2 , см	T , с	L_2 , см	T , с
1	6	1.0	21	2.0	46	3.0	81	4.0
2	7	1.0	22	2.0	47	3.0	82	4.0
3	8	1.0	23	2.0	48	3.0	83	4.0
4	9	1.0	24	2.0	49	3.0	84	4.0
5	10	1.0	25	2.0	50	3.0	85	4.0
6	11	1.0	26	2.0	51	3.0	86	4.0
7	12	1.0	27	2.0	52	3.0	87	4.0
8	13	1.0	28	2.0	53	3.0	88	4.0
9	14	1.0	29	2.0	54	3.0	89	4.0
10	15	1.0	30	2.0	55	3.0	90	4.0
11	16	1.0	31	2.0	56	3.0	91	4.0
12	17	1.0	32	2.0	57	3.0	92	4.0

Вариант 2

Однородный стержень, имеющий форму цилиндра, подвешен на гвоздь, вокруг которого может свободно вращаться (см. рисунок). Найти период малых гармонических колебаний стержня T при ускорении свободного падения $g = 9.8 \text{ м/с}^2$. Ответ привести с точностью до двух значащих цифр.



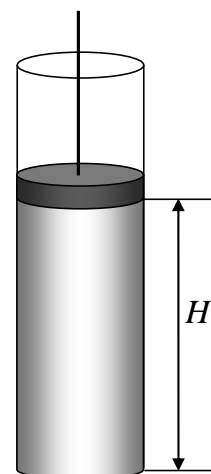
Варианты условия и ответы

L_1 , см	L_2 , см	T , с	L_2 , см	T , с	L_2 , см	T , с	L_2 , см	T , с
1	7	1.0	22	2.0	47	3.0	82	4.0
2	9	1.0	24	2.0	49	3.0	84	4.0
3	11	1.0	26	2.0	51	3.0	86	4.0
4	13	1.0	28	2.0	53	3.0	88	4.0
5	15	1.0	30	2.0	55	3.0	90	4.0
6	17	1.0	32	2.0	57	3.0	92	4.0
7	19	1.0	34	2.0	59	3.0	94	4.0
8	21	1.0	36	2.0	61	3.0	96	4.0
9	23	1.0	38	2.0	63	3.0	98	4.0
10	25	1.0	40	2.0	65	3.0	100	4.0
11	27	1.0	42	2.0	67	3.0	102	4.0
12	29	1.0	44	2.0	69	3.0	104	4.0

Задача 2.

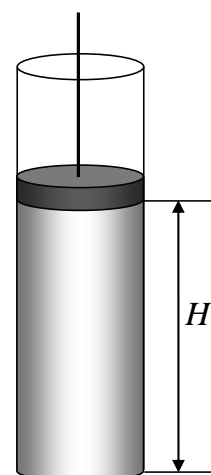
Вариант 1

Цилиндрический сосуд с водой «подвешен» на поршне, плотно прилегающем к стенкам, как показано на рисунке. Поршень может двигаться вдоль стенок без трения. Воздуха между поршнем и водой нет. При какой высоте цилиндра (H) система окажется неустойчивой? Атмосферное давление составляет 101325 Па. Плотность воды $\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ принять равной 1 г/см³. Давлением насыщенных паров воды пренебречь. Ответ дать с точностью до 2 значащих цифр. **Ответ: $H = 10$ м.**



Вариант 2

Цилиндрический сосуд с водой «подвешен» на поршне, плотно прилегающем к стенкам, как показано на рисунке. Поршень может двигаться вдоль стенок без трения. Воду медленно нагревают до температуры T . При какой высоте цилиндра (H) система потеряет устойчивость? Атмосферное давление составляет 101325 Па. Для температуры T известно давление насыщенных паров воды $P_{\text{нас}}(T)$. Плотность воды $\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ принять равной 1 г/см³. Ответ дать с точностью до 2 значащих цифр.

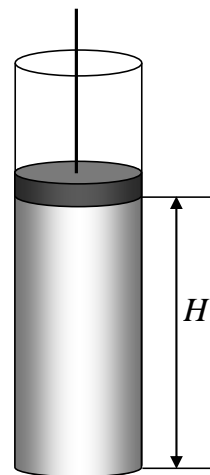


Варианты условия и ответы

$T, ^\circ\text{C}$	30	40	50	60	70	80	90	95
$P_{\text{нас}}(T), \text{Па}$	4245.5	7381.4	12344	19932	31176	47373	70117	84529
$H, \text{м (ответ)}$	9.9	9.6	9.1	8.3	7.2	5.5	3.2	1.7

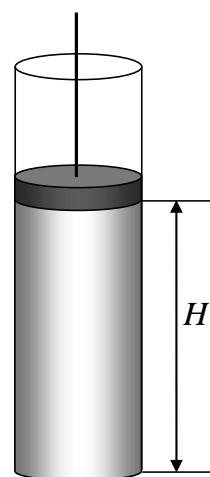
Вариант 3

Цилиндрический сосуд с керосином «подвешен» на поршне, плотно прилегающем к стенкам, как показано на рисунке. Поршень может двигаться вдоль стенок без трения. Воздуха между поршнем и керосином нет. При какой высоте цилиндра (H) система окажется неустойчивой? Атмосферное давление составляет 101325 Па. Плотность керосина ρ принять равной 0.78 г/см^3 . Давлением насыщенных паров керосина пренебречь. Ответ дать с точностью до 2 значащих цифр. **Ответ: $H = 13 \text{ м}$.**



Вариант 4

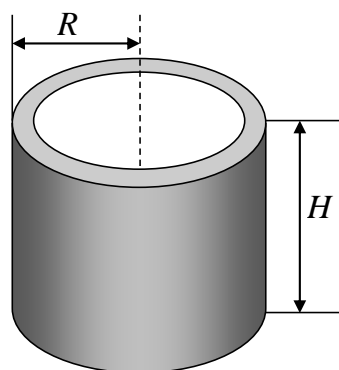
Цилиндрический сосуд с бензином «подвешен» на поршне, плотно прилегающем к стенкам, как показано на рисунке. Поршень может двигаться вдоль стенок без трения. Воздуха между поршнем и бензином нет. При какой высоте цилиндра (H) система окажется неустойчивой, если атмосферное давление составляет 101325 Па, а давление насыщенных паров бензина 35000 Па. Плотность бензина принять равной 0.75 г/см^3 . Ответ дать с точностью до 2 значащих цифр. **Ответ: $H = 9.0 \text{ м}$.**



Задача 3.

Вариант 1

В цилиндрический сосуд, сделанный из льда, до краёв наливают воду. Толщина как стенок, так и дна цилиндра составляет 5 см, высота H равна 0.5 м, внешний радиус равен R (см. рисунок). При какой минимальной температуре воды T весь лёд расплавится? Температура льда в начале процесса равна $T_{\text{л}}$. Использовать следующие значения характеристик льда и воды: плотность воды – 1000 кг/м³; плотность льда – 916.7 кг/м³; удельная теплоёмкость воды – 4217 Дж/(кг·К); удельная теплоёмкость льда – 2110 Дж/(кг·К); удельная теплота плавления льда – 333500 Дж/(кг·К). Считать перечисленные значения не изменяющимися с температурой. Ответ привести с точностью до 3-х значащих цифр, в градусах Цельсия.

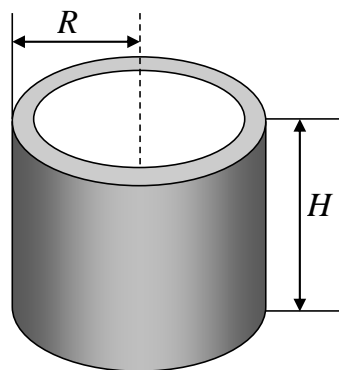


Варианты условия и ответы

	$R = 0.5 \text{ м}$	$R = 0.4 \text{ м}$	$R = 0.3 \text{ м}$
$T_{\text{л}} = -10 \text{ °C}$	28.7	34.8	46.3
$T_{\text{л}} = -20 \text{ °C}$	30.4	36.9	49.0
$T_{\text{л}} = -30 \text{ °C}$	32.1	38.9	51.8

Вариант 2

В цилиндрический сосуд, сделанный из льда, наливают воду температуры T . Толщина как стенок, так и дна цилиндра составляет 5 см, высота H равна 0.5 м, внешний радиус равен R (см. рисунок). При каком максимальном объёме воды вся она со временем замёрзнет? Температура льда в начале процесса равна $T_{\text{л}}$. Использовать следующие значения характеристик льда и воды: плотность воды – 1000 кг/м³; плотность льда – 916.7 кг/м³; удельная теплоёмкость воды – 4217 Дж/(кг·К); удельная теплоёмкость льда – 2110 Дж/(кг·К); удельная теплота плавления льда – 333500 Дж/(кг·К). Считать перечисленные значения не изменяющимися с температурой. Ответ привести с точностью до 3-х значащих цифр, в литрах.

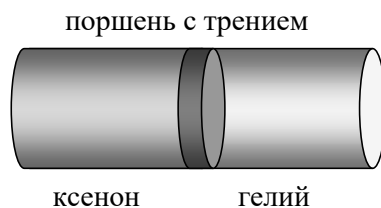


Варианты условия и ответы

	$T = 10 \text{ °C}$	$T = 20 \text{ °C}$	$T = 30 \text{ °C}$
$T_{\text{л}} = -10 \text{ °C}$	5.48	4.93	4.47
$T_{\text{л}} = -20 \text{ °C}$	11.0	9.85	8.95
$T_{\text{л}} = -30 \text{ °C}$	16.4	14.8	13.4

Задача 4

Цилиндрический сосуд, показанный на рисунке, разделён поршнем на два равных объёма. В левом объёме (см. рисунок) находится ксенон, в правом объёме – гелий. Структура поршня такова, что гелий может проходить сквозь него в любом направлении, тогда как ксенон через поршень не проходит совсем. Давления газов в каждом из объёмов в начальный момент равны P . Площадь сечения цилиндра равна S . Какой величины должна достигнуть сила трения поршня о стенки сосуда для того, чтобы в процессе перераспределения газов между объёмами поршень не сдвинулся с места? Ответ привести в килоньютонах, с точностью до 2-х значащих цифр.



Варианты условия и ответы

	$S = 1 \text{ м}^2$	$S = 2 \text{ м}^2$	$S = 3 \text{ м}^2$
$P = 100 \text{ кПа}$	100 кН	200 кН	300 кН
$P = 200 \text{ кПа}$	200 кН	400 кН	600 кН
$P = 300 \text{ кПа}$	300 кН	600 кН	900 кН

Задача 5

Вариант 1

Покоящееся ядро радия-226 (^{226}Ra) массы $M = 226.0254098$ а.е.м. распадается на два ядра: альфа-частицу ^4He и ядро радона ^{222}Rn , с массами $m_1 = 4.00260325415$ а.е.м и $m_2 = 222.0175777$ а.е.м, соответственно. Найти разность полных энергий этих новых частиц, включающих энергии покоя. Полагать, что при распаде выполняются законы сохранения импульса и энергии в релятивистской форме. Одну атомную единицу массы (1 а.е.м.) считать равной $1.6605390666 \cdot 10^{-27}$ кг, скорость света $c = 299792458$ м/с. Ответ привести в гигаджоулях (10^9 Дж), с точностью до 3-х значащих цифр. **Ответ: 32.5 ГДж.**

Вариант 2

Покоящееся ядро уран-238 (^{238}U) массы $M = 238.0507882$ а.е.м. распадается на два ядра: альфа-частицу ^4He и ядро торий-234 (^{234}Th), с массами $m_1 = 4.00260325415$ а.е.м и $m_2 = 234.043601$ а.е.м, соответственно. Найти разность полных энергий этих новых частиц, включающих энергии покоя. Полагать, что при распаде выполняются законы сохранения импульса и энергии в релятивистской форме. Одну атомную единицу массы (1 а.е.м.) считать равной $1.6605390666 \cdot 10^{-27}$ кг, скорость света $c = 299792458$ м/с. Ответ привести в гигаджоулях (10^9 Дж), с точностью до 3-х значащих цифр. **Ответ: 34.3 ГДж.**

Вариант 3

Покоящееся ядро плутоний-238 (^{238}Pu) массы $M = 238.0495599$ а.е.м. распадается на два ядра: альфа-частицу ^4He и ядро уран-234 (^{234}U), с массами $m_1 = 4.00260325415$ а.е.м и $m_2 = 234.0409521$ а.е.м, соответственно. Найти разность полных энергий этих новых частиц, включающих энергии покоя. Полагать, что при распаде выполняются законы сохранения импульса и энергии в релятивистской форме. Одну атомную единицу массы (1 а.е.м.) считать равной $1.6605390666 \cdot 10^{-27}$ кг, скорость света $c = 299792458$ м/с. Ответ привести в гигаджоулях (10^9 Дж), с точностью до 3-х значащих цифр. **Ответ: 34.3 ГДж.**

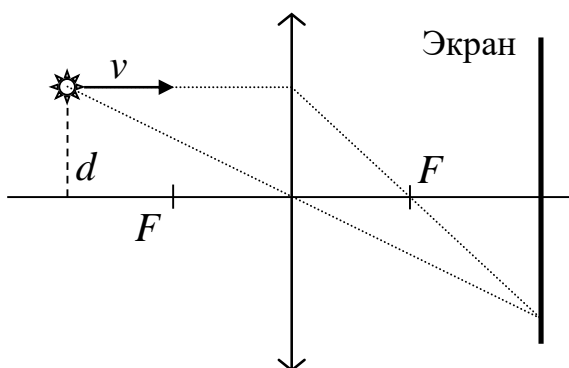
Вариант 4

Покоящееся ядро полоний-212 (^{212}Po) массы $M = 211.988868$ а.е.м. распадается на два ядра: альфа-частицу ^4He и ядро свинец-208 (^{208}Pb), с массами $m_1 = 4.00260325415$ а.е.м и $m_2 = 207.9766521$ а.е.м, соответственно. Найти разность полных энергий этих новых частиц, включающих энергии покоя. Полагать, что при распаде выполняются законы сохранения импульса и энергии в релятивистской форме. Одну атомную единицу массы (1 а.е.м.) считать равной $1.6605390666 \cdot 10^{-27}$ кг, скорость света $c = 299792458$ м/с. Ответ привести в гигаджоулях (10^9 Дж), с точностью до 3-х значащих цифр. **Ответ: 30.4 ГДж.**

Задача 6.

Вариант 1

К тонкой линзе приближается источник света (см. рисунок). В рассматриваемый момент времени он находится на расстоянии d от линзы, больше, чем фокусное расстояние линзы F . Вектор скорости источника света перпендикулярен фокальной плоскости линзы, модуль скорости постоянен и равен v . С другой стороны от линзы расположен экран, на котором изображение источника света сфокусировано. С какой скоростью и в каком направлении нужно перемещать экран для того, чтобы фокусировка не ухудшалась? Считать, что скорость перемещения экрана положительна, если он удаляется, и отрицательна в случае приближения. Размеры экрана в фокальной плоскости линзы полагать достаточно большими. Ответ привести с точностью до 2-х значащих цифр.

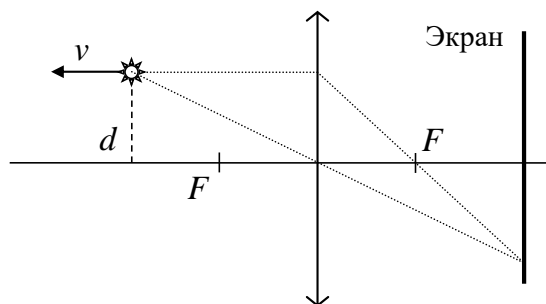


Варианты условия и ответы

	$v = 4 \text{ м/с}$	$v = 8 \text{ м/с}$	$v = 12 \text{ м/с}$
$F = 1 \text{ м}, d = 3 \text{ м}$	1 м/с	2 м/с	3 м/с
$F = 2 \text{ м}, d = 4 \text{ м}$	4 м/с	8 м/с	12 м/с
$F = 3 \text{ м}, d = 5 \text{ м}$	9 м/с	18 м/с	27 м/с

Вариант 2

От тонкой линзы удаляется источник света (см. рисунок). В рассматриваемый момент времени он находится на расстоянии d от линзы, большем, чем фокусное расстояние линзы F . Вектор скорости источника света перпендикулярен фокальной плоскости линзы, модуль скорости постоянен и равен v . С другой стороны от линзы расположен экран, на котором изображение источника света сфокусировано. С какой скоростью и в каком направлении нужно перемещать экран для того, чтобы фокусировка не ухудшалась? Считать, что скорость перемещения экрана положительна, если он удаляется, и отрицательна в случае приближения. Размеры экрана в фокальной плоскости линзы полагать достаточно большими. Ответ привести с точностью до 2-х значащих цифр.



Варианты условия и ответы

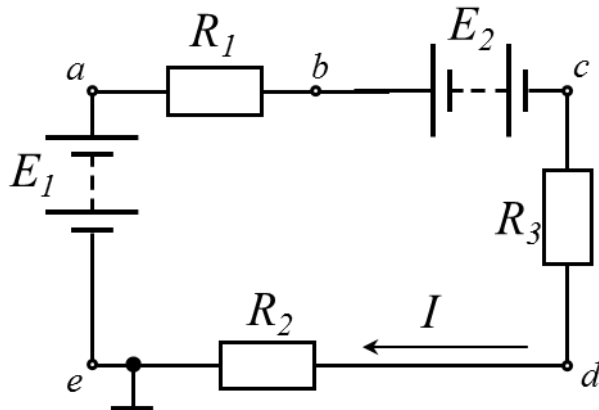
	$v = 4 \text{ м/с}$	$v = 8 \text{ м/с}$	$v = 12 \text{ м/с}$
$F = 1 \text{ м}, d = 3 \text{ м}$	-1 м/с	-2 м/с	-3 м/с
$F = 2 \text{ м}, d = 4 \text{ м}$	-4 м/с	-8 м/с	-12 м/с
$F = 3 \text{ м}, d = 5 \text{ м}$	-9 м/с	-18 м/с	-27 м/с

Задача 7

Любитель астрономии записывает линейчатый спектр Туманности Ориона в ультрафиолетовом диапазоне. Известно, что Туманность Ориона состоит из нейтрального атомарного водорода. Какой минимальной длиной волны будет ограничен набор полученных спектральных линий? Постоянную Планка h принять равной $6.62607004 \cdot 10^{-34} \text{ м}^2 \text{ кг/с}$, скорость света $c = 299792458 \text{ м/с}$. Ответ привести в нанометрах, представить с точностью до 2-х значащих цифр. **Ответ: 91 нм.**

Задача 8

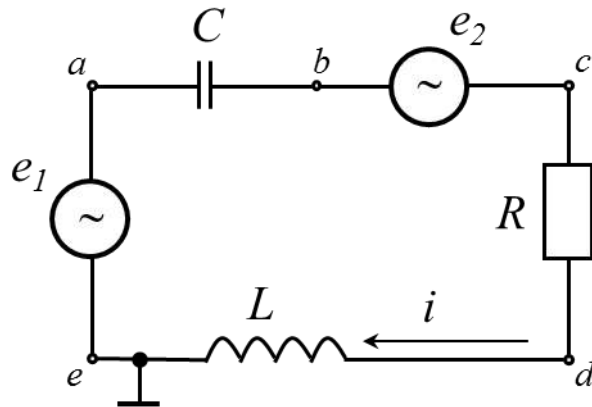
На представленной схеме найти значения тока I и напряжения U_{xx} .



Вариант	Исходные данные					Искомые величины			
	E_1, B	E_2, B	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$	Ток	Значение, А	U	Значение, В
1	12	2	2	3	5	I	1	U_{ad}	9
2	10	-6	1	2	5	I	2	U_{bd}	4
3	5	-7	3	4	5	I	1	U_{be}	2
4	15	-9	5	3	4	I	2	U_{ac}	1

Задача 9

На представленной схеме найти значения тока i и напряжения u_{xx} .



Вариант	Исходные данные						Искомые величины			
	$f, Гц$	e_1, B	e_2, B	$R, Ом$	$C, Ф$	$L, Гн$	Ток	А	u	В
1	50	10	2	4	0,00106	0,015924	i	1	u_{ad}	5
2	100	8	6	2	0,000398	0,00159	i	2	u_{bd}	2
3	500	5	7	4	0,000106	0,001592	i	1	u_{be}	2
4	1000	15	9	3	0,000159	0,000796	i	3	u_{ac}	-6

Задача 10

Тело движется из состояния покоя равноускоренно. Найти отношение пути, пройденного телом за X секунду движения, к пути, пройденного за Y секунду движения. (3)

Вариант	X	Y	ОТВЕТ Отношение
1	11	4	3
2	5	2	3
3	13	3	5
4	17	6	3
5	20	7	3

Задача 11

Во время тренировки фехтовальщик совершает рубящий удар мечом, поворачивая руку и меч в ней относительно локтя. Найти отношение скорости гарды к скорости на вершине меча. Гарду считать незначительно удаленной от центра ладони.

Вариант	Длина локтя, см	Длина меча, см	Гипотенуза	ОТВЕТ Отношение
1	45	60	75	3/5
2	33	56	65	33/65
3	40	96	104	5/13
4	60	80	100	3/5
5	50	120	130	5/13

Задача 12

К телу приложены X равных сил 120 Н, угол между проекциями которыми одинаков и составляет $2\pi/X$. Какова результирующая сила, если относительно оси, проходящей через точку приложения сил угол составляет Y ?

Вариант	X	Y	ОТВЕТ Сила, Н
1	5	0	0
2	6	30	623,5
3	7	0	0
4	8	45	509,1
5	9	60	360

Задача 13

Какую силу необходимо приложить к прямоугольному ящику в горизонтальном направлении, массой M чтобы начать поворачивать его на торец? Ширина A , высота B .

Вариант	$A, \text{см}$	$B, \text{см}$	$M, \text{кг}$	ОТВЕТ Сила, Н
1	40	10	5	200
2	60	20	10	300
3	80	25	15	480
4	100	20	10	500
5	120	10	5	600

Задача 14

Сколько витков сделает мюон в детекторной камере, в которой создано однородное магнитное поле, влетев в него под углом 15 градусов, пока не достигнет противоположного конца? Скорость V , индукция B расстояние L . Масс-зарядовое отношение мюона считать в 200 раз больше, чем для электрона.

Вариант	Скорость	Расстояние	Индукция	ОТВЕТ Число витков
1	100π	2	1	32
2	200π	1	2	4
3	400π	2	1	4
4	200π	3	3	8
5	100π	2	2	16

Задача 15

Найдите отношение частот фотонов, излученных при переходе с X и Y энергетического уровня атома водорода на основной уровень.

Вариант	X	Y	ОТВЕТ Отношение
1	3	2	$4/9$
2	4	3	$9/16$
3	5	4	$16/25$
4	5	3	$9/25$
5	5	2	$4/25$

Задача 16

На глаз наложили светофильтр с диапазоном пропускаемого света от 400 до 800 нм. Увидит ли человек фотон с энергией E эВ?

Вариант	E	ОТВЕТ
1	1	нет
2	2	да
3	3	да
4	4	нет
5	5	нет