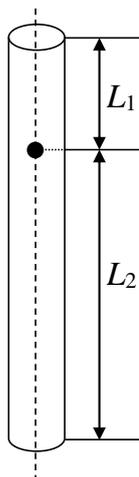


## Физика, отборочный этап

### 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.

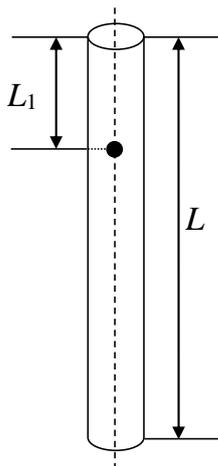


#### Варианты условия и ответы

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

#### 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.



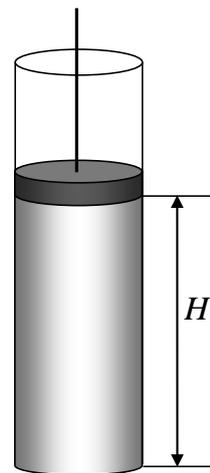
#### Варианты условия и ответы

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



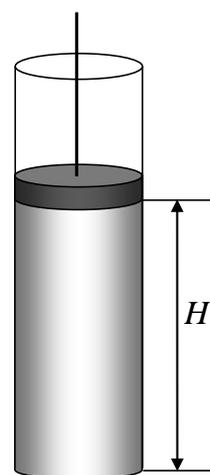
### Вариант 3

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  $\rho$  принять равной  $0.78 \text{ г/см}^3$ . Давлением насыщенных паров керосина пренебречь. Ответ дать с точностью до 2 значащих цифр.



### Вариант 4

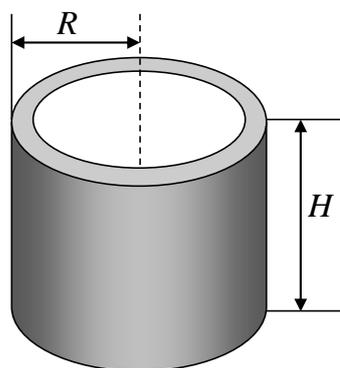
Цилиндрический сосуд с бензином «подвешен» на поршне, плотно прилегающем к стенкам, как показано на рисунке. Поршень может двигаться вдоль стенок без трения. Воздуха между поршнем и бензином нет. При какой высоте цилиндра ( $H$ ) система окажется неустойчивой, если атмосферное давление составляет 101325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



### 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/м<sup>3</sup>; плотность льда – 916.7 кг/м<sup>3</sup>; 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

$$R = 0.5 \text{ м}$$

$$R = 0.4 \text{ м}$$

$$R = 0.3 \text{ м}$$

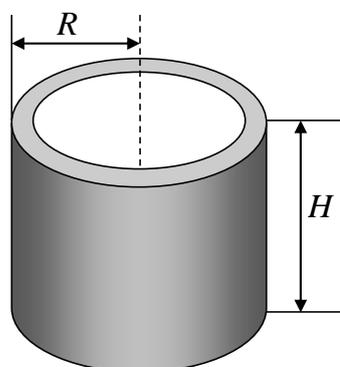
$$T_{\text{л}} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{л}} = -20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{л}} = -30 \text{ }^\circ\text{C}$$

#### 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/м<sup>3</sup>; плотность льда – 916.7 кг/м<sup>3</sup>; 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

$$T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

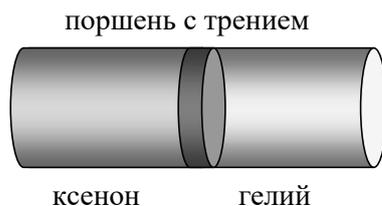
$$T_{\text{л}} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{л}} = -20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{л}} = -30 \text{ }^\circ\text{C}$$

#### 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

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

## Задача 5

### Вариант 1

Покоящееся ядро радия-226 ( $^{226}\text{Ra}$ ) массы  $M = 226.0254098$  а.е.м. распадается на два ядра: альфа-частицу  $^4\text{He}$  и ядро радона  $^{222}\text{Rn}$ , 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.

### Вариант 2

Покоящееся ядро уран-238 ( $^{238}\text{U}$ ) массы  $M = 238.0507882$  а.е.м. распадается на два ядра: альфа-частицу  $^4\text{He}$  и ядро торий-234 ( $^{234}\text{Th}$ ), 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.

### Вариант 3

Покоящееся ядро плутоний-238 ( $^{238}\text{Pu}$ ) массы  $M = 238.0495599$  а.е.м. распадается на два ядра: альфа-частицу  $^4\text{He}$  и ядро уран-234 ( $^{234}\text{U}$ ), 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.

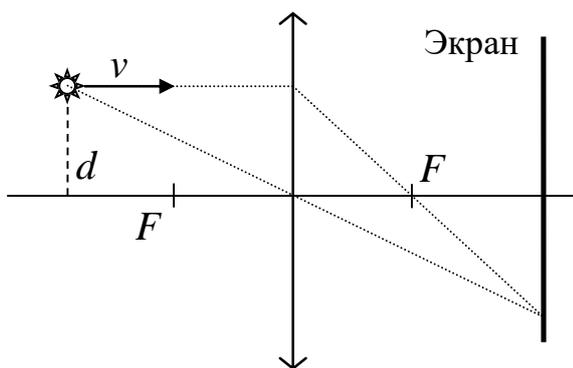
### Вариант 4

Покоящееся ядро полоний-212 ( $^{212}\text{Po}$ ) массы  $M = 211.988868$  а.е.м. распадается на два ядра: альфа-частицу  $^4\text{He}$  и ядро свинец-208 ( $^{208}\text{Pb}$ ), 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.

## Задача 6.

### Вариант 1

К тонкой линзе приближается 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.

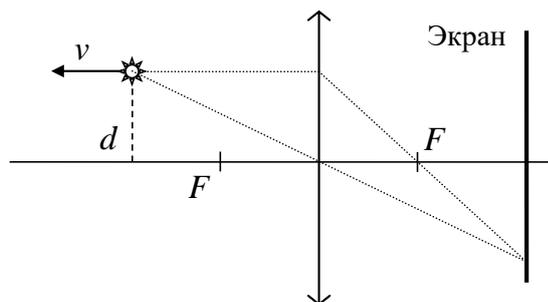


### Варианты условия и ответы

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

## 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

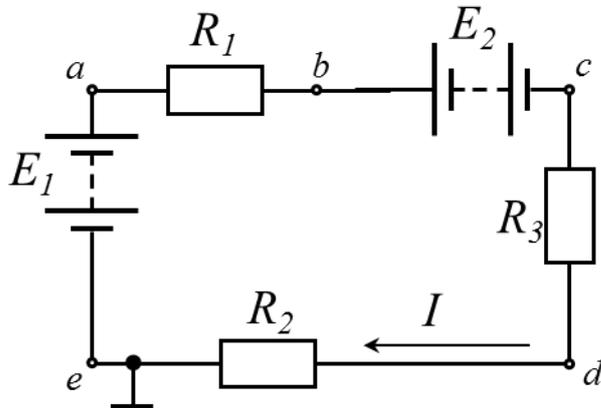
	$v = 4 \text{ м/с}$	$v = 8 \text{ м/с}$	$v = 12 \text{ м/с}$
$F = 1 \text{ м}, d = 3 \text{ м}$			
$F = 2 \text{ м}, d = 4 \text{ м}$			
$F = 3 \text{ м}, d = 5 \text{ м}$			

### 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.

### Задача 8

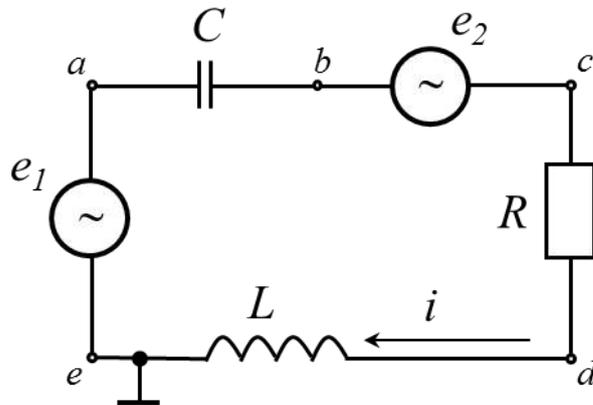
На представленной схеме найти значения тока  $I$  и напряжения  $U_{xx}$ .



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

### Задача 9

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



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

### 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	_____
2	5	2	_____
3	13	3	_____
4	17	6	_____
5	20	7	_____

### 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	_____
2	33	56	65	_____
3	40	96	104	_____
4	60	80	100	_____
5	50	120	130	_____

### 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	_____
2	6	30	_____
3	7	0	_____
4	8	45	_____
5	9	60	_____

### 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	
2	60	20	10	
3	80	25	15	
4	100	20	10	
5	120	10	5	

### 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	$100\pi$	2	1	
2	$200\pi$	1	2	
3	$400\pi$	2	1	
4	$200\pi$	3	3	
5	$100\pi$	2	2	

### 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	
2	4	3	
3	5	4	
4	5	3	
5	5	2	

### 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	_____
2	2	_____
3	3	_____
4	4	_____
5	5	_____