

**ШИФР**

Весенняя выездная школа 2010  
физического факультета СПбГУ  
**Олимпиада по физике**

10 КЛАСС

Базовая часть

1	Что такое абсолютно упругий удар?
2	Что такое центростремительная сила?
3	Что такое электрический ток?

Тестовая часть

(выберите один правильный ответ и пометьте его галочкой в таблице внизу страницы)

10 КЛАСС

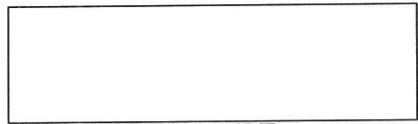
1	Ведро наполовину заполнено водой. В нем плавает миска, в которой лежит мяч. Если мяч выкинуть из миски в ведро, то уровень воды в ведре:				
	a) поднимется	d) упадет			
2	Груз массой $m = 75$ кг стоит на технически исправных весах в кабине лифта. Показания весов $P = 60$ кг означают, что лифт:				
	b) поднимается со скоростью $V = 2$ м/с	c) опускается со скоростью $V = 2$ м/с			
3	Закон сохранения энергии <u>в механике</u> выполняется:				
	a) всегда	d) разгоняется на подъеме с ускорением $a = 2$ м/ $\text{с}^2$			
	b) только в замкнутой системе	e) тормозит на подъеме с ускорением $a = 2$ м/ $\text{с}^2$			
	c) только при отсутствии диссипативных сил				
	d) только в замкнутой системе при отсутствии диссипативных сил				
	e) только в условиях невесомости				

1 вар	1 вопрос	2 вопрос	3 вопрос
a)			
b)			
c)			
d)			
e)			

## Задачи

10 КЛАСС

<p>1 Директор летней базы отдыха организовал на озере катание на бубликах. Катер движется по кругу радиуса <math>r = 10</math> метров с постоянной скоростью <math>V = 18</math> км/ч, к катеру с помощью нерастяжимого легкого троса привязан надувной бублик с пассажирами (см. рис, вид сверху), общая масса бублика с пассажирами <math>m = 100</math> кг. Длина троса <math>L = r/2</math>, сила сопротивления движению бублика пропорциональна скорости бублика относительно воды с коэффициентом пропорциональности <math>\alpha = 50</math> Н·с/м. Найдите радиус окружности, по которой движется бублик. Размерами бублика и сопротивлением воздуха пренебречь.</p>	
<p>2 Найти давление в центре Луны. Масса Луны <math>M = 74 \cdot 10^{27}</math> кг, радиус <math>R = 1740</math> км.</p>	
<p>3 Из отверстия в центре круглого стола радиусом <math>R</math> веером вылетают со скоростями <math>V_0</math> песчинки. Песчинки вылетают под всевозможными углами и летят в одной плоскости. Число песчинок вылетающих за одну секунду постоянно, все направления вылета равновероятны. Какая доля песчинок (в процентах от общего числа) упадет на стол? При каком условии ответ окажется 100%?</p>	



ШИФР

Зимняя выездная школа 2010  
физического факультета СПбГУ  
**Олимпиада по физике**

10 КЛАСС

Базовая часть

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Чему равна сила электростатического взаимодействия двух точечных зарядов $q$ и $2q$ ?<br>Чему равна сила гравитационного взаимодействия двух точечных масс $m$ и $3m$ ? |
| 2 | Дайте определение фокуса рассеивающей линзы.  |
| 3 | Сформулируйте закон Архимеда.   |

**Тестовая часть****ШИФР**

(выберите один правильный ответ и пометьте его галочкой в таблице внизу страницы)

- |   |  |                              |                               |
|---|--|------------------------------|-------------------------------|
| 1 | На гладком столе между двумя тележками массами $m_1$ и $m_2$ ( $m_2 = 4m_1$ ) зажата легкая пружина. Если систему отпустить, то энергии, полученные этими тележками после расправления пружины ( $E_1$ и $E_2$ , соответственно), будут находиться в соотношении:  | a) $E_1 = E_2$               | d) $E_1 = E_2/2$              |
|   |  | b) $E_1 = 2E_2$              | e) $E_1 = E_2/4$              |
|   |  | c) $E_1 = 4E_2$              | f) $E_1 = E_2 = 0$            |
| 2 | В достаточно прочном герметичном баллоне при температуре $100^{\circ}\text{C}$ находится смесь 1 г водорода и 4 г кислорода под давлением $P_0 = 1$ атм. После химической реакции окисления водорода, (взрыва, произошедшего внутри баллона), и последующего остывания содержимого до исходной температуры, в баллоне установилось давление $P^*$ , где:                   | a) $P^* = 1,2$ атм.          | d) $P^* = 0,9$ атм.           |
|   |  | b) $P^* = 1,1$ атм.          | e) $P^* = 0,8$ атм.           |
|   |  | c) $P^* = 1$ атм.            | f) $P^* = 0,7$ атм.           |
| 3 | Самолет выполняет мертвую петлю – совершает круговое движение в вертикальной плоскости, радиус петли $R = 800$ м. Пилот массой 100 кг пристегнут к креслу ремнями и в верхней точке траектории находится вниз головой. Скорость самолета в этот момент $V = 360$ км/ч. Какова сила реакции опоры, действующая в этот момент на пилота? Считать $g = 10$ м/с <sup>2</sup> . | a) Ремни тянут с силой 500 Н | d) Кресло давит с силой 250 Н |
|   |  | b) Ремни тянут с силой 250 Н | e) Кресло давит с силой 500 Н |
|   |  | c) Ремни тянут с силой 50 Н  | f) Пилот в невесомости        |

XXX	1 вопрос	2 вопрос	3 вопрос
a)			
b)			
c)			
d)			
e)			
f)			

## 10 КЛАСС

## Задачи

1	<p>Спортсмен участвует в соревновании по прыжкам на лыжах с трамплина. В момент отрыва лыжника его скорость горизонтальна. Гора приземления составляет угол <math>\alpha = 30^\circ</math> с горизонтом (см. рис). Спортсменам разрешают начинать разгон с такой высоты, чтобы в момент приземления их составляющая скорости, перпендикулярная поверхности горы, не превышала <math>\Delta V</math>. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найдите максимально возможную дальность полета на соревнованиях. Ускорение свободного падения <math>g</math>.</p>	
2	<p>Посреди заснеженного луга стоит круглое здание. Вокруг него протоптана дорожка радиуса <math>R</math> (см. рис, вид сверху). Скорость движения человека по снегу <math>V</math>, а по дорожке <math>V' = 3V</math>. По какой траектории надо двинуться из точки А, чтобы попасть в точку В за минимальное время? Чему равно это время? Расстояние АВ равно <math>5R</math>.</p>	
3	<p>Схема, представленная на рисунке, собрана из двух сопротивлений номиналом 1 Ом, и трех сопротивлений номиналом 10 Ом. Схема подключена к источнику постоянного напряжения 10 В через предохранитель П – устройство, размыкающее цепь, если ток, проходящий через него больше допустимого. Экспериментатор по очереди закорачивает каждое из сопротивлений схемы. Известно, что предохранитель срабатывает только если экспериментатор закоротил точки А и В. Как расположены номиналы сопротивлений на схеме? Какой ток должен выдерживать предохранитель, чтобы описанная ситуация была возможна?</p>	

Олимпиада школьников СПбГУ по физике

10 класс

**ВАРИАНТ 1**

1. Поезд, идущий равномерно со скоростью  $V_0 = 36 \text{ км/ч}$ , совершает поворот по дуге радиусом  $R = 100 \text{ м}$ . Пассажир бежит вперед вдоль вагона равномерно со скоростью  $V = 3 \text{ м/с}$ . В какую сторону и на какой угол ( $\phi$ ) ему нужно отклонить свое тело от вертикали, чтобы неудобства такого перемещения были минимальными?
2. С башни высотой  $h = 25\text{м}$  вертикально вверх бросают камень со скоростью  $V_0 = 20 \text{ м/с}$ . С какой максимальной высоты ( $H$ ) он упадет на землю и с какой скоростью ( $V$ ) ударится о нее? Диссипативными силами пренебречь. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
3. Скорость подъема лифта  $V = 4 \text{ м/с}$ . Разгон до этой скорости и торможение до полной остановки происходят с одинаковым по модулю ускорением  $a = 1 \text{ м/с}^2$ . Какое время ( $T$ ) потребуется лифту для подъема с нулевой отметки на высоту  $h = 60 \text{ м}$ .
4. Легкий шар массой  $m_1$  налетает на неподвижный тяжелый шар массой  $m_2$  и после абсолютно упругого центрального удара передает ему совершенно определенный импульс. Можно ли увеличить переданный второму шару импульс, поместив на оси между ними третий аналогичный упругий шар?
5. Деймос, спутник Марса, обращается вокруг него по орбите радиусом  $R = 23600 \text{ км}$  с периодом  $T=30 \text{ час } 21 \text{ мин}$ . Найти, во сколько раз масса Марса ( $M_M$ ) меньше массы Земли ( $M_o$ ). Лунный период  $T_o = 27,3 \text{ суток}$ , радиус лунной орбиты  $R_o = 384 \text{ тыс. км}$ , первая космическая скорость  $V_I = (gR_3)^{1/2}$ , радиус Земли  $R_3=6400\text{км}$ .
6. Автомобиль массой  $m=2 \text{ тонны}$ , тронувшись с места и двигаясь с постоянным ускорением, проехал по ровной горизонтальной поверхности расстояние  $l=500 \text{ м}$  за время  $t=0,5 \text{ мин}$ . Чему была равна сила трения между колесами автомобиля и горизонтальной поверхностью?
7. Маленький шарик массой  $m_1$ , двигаясь вертикально вниз со скоростью  $v_1$ , испытывает упругое столкновение с горизонтальной поверхностью теннисной ракетки массой  $m_2$ . В момент соударения ракетка движется вверх со скоростью  $v_2$ . Через какое время  $t$  после столкновения шарик поднимется на максимальную высоту, если  $m_2 \gg m_1$ ?
8. Вычислите первую космическую скорость при старте с поверхности Юпитера, если известно, что один из его спутников вращается по почти круговой орбите радиусом  $r=10^6 \text{ км}$  с периодом  $T=7,15 \text{ сут}$ . Радиус Юпитера  $R=7 \cdot 10^4 \text{ км}$
9. Как правило, тоннели метро проектируют так, что середина перегона между станциями лежит ниже уровня самих станций. Это дополнительно позволяет использовать силы гравитации как при разгоне, так и при торможении, поскольку при этом поезд стартует «под горку», а к станции подъезжает «на подъеме». Сколько времени ( $t$ ) потребуется поезду, чтобы, стартовав с нулевой начальной скоростью на одной станции, доехать по такому тоннелю до следующей, используя только силы гравитации (без электромоторов)? Станции лежат на одном уровне, расстояние между ними  $L=2 \text{ км}$ . Вертикальный профиль тоннеля является дугой окружности. Середина дуги лежит ниже уровня станций на величину  $h = 2,5 \text{ м}$ . Диссипативными силами пренебречь. Считать поезд материальной точкой, а  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

Олимпиада школьников СПбГУ по физике  
10 класс

**ВАРИАНТ 2**

1. Поезд, идущий равномерно со скоростью  $V_0 = 36 \text{ км/ч}$ , совершает поворот по дуге радиусом  $R = 100 \text{ м}$ . Пассажир бежит назад вдоль вагона равномерно со скоростью  $V = 3 \text{ м/с}$ . В какую сторону и на какой угол ( $\varphi$ ) ему нужно отклонить свое тело от вертикали, чтобы неудобства такого перемещения были минимальными?
2. С башни высотой  $h = 35 \text{ м}$  вертикально вверх бросают камень со скоростью  $V_0 = 30 \text{ м/с}$ . С какой максимальной высоты ( $H$ ) он упадет на землю и с какой скоростью ( $V$ ) ударится о нее? Диссипативными силами пренебречь. Принять  $g=10 \text{ м/с}^2$ .
3. Скорость спуска лифта  $V = 3 \text{ м/с}$ . Разгон до этой скорости и торможение до полной остановки происходят с одинаковым по модулю ускорением  $a = 1,5 \text{ м/с}^2$ . Какое время ( $T$ ) потребуется лифту для спуска с высоты  $h = 51 \text{ м}$  до нулевой отметки.
4. Тяжелый шар массой  $m_1$  налетает на неподвижный легкий шар массой  $m_2$  и после абсолютно упругого центрального удара передает ему совершенно определенный импульс. Можно ли увеличить переданный второму шару импульс, поместив на оси между ними третий аналогичный упругий шар?
5. Миранда, спутник Урана, обращается вокруг него по орбите радиусом  $R = 130000 \text{ км}$  с периодом  $T=1,4 \text{ земных суток}$ . Найти, во сколько раз масса Урана ( $M_U$ ) больше массы Земли ( $M_{\oplus}$ ). Лунный период  $T_o = 27,3 \text{ суток}$ , радиус лунной орбиты  $R_o = 384 \text{ тыс. км}$ , первая космическая скорость  $V_I = (gR_3)^{1/2}$ , радиус Земли  $R_3=6400 \text{ км}$ .
6. Автомобиль массой  $m=3 \text{ тонны}$ , тронувшись с места и двигаясь с постоянным ускорением, проехал по ровной горизонтальной поверхности расстояние  $l=1 \text{ км}$  за время  $t=1 \text{ мин}$ . Чему была равна сила трения между колесами автомобиля и горизонтальной поверхностью?
7. Маленький шарик массой  $m_1$ , двигаясь вертикально вниз со скоростью  $v_1$ , испытывает упругое столкновение с горизонтальной поверхностью теннисной ракетки массой  $m_2$ . В момент соударения ракетка движется вверх со скоростью  $v_2$ . Через какое время  $t$  после столкновения шарик поднимется на максимальную высоту, если  $m_2 \gg m_1$ ?
8. Вычислите вторую космическую скорость при старте с поверхности Юпитера, если известно, что один из его спутников вращается по почти круговой орбите радиусом  $r=10^6 \text{ км}$  с периодом  $T=7,15 \text{ сут}$ . Радиус Юпитера  $R=7 \cdot 10^4 \text{ км}$
9. Как правило, тоннели метро проектируют так, что середина перегона между станциями лежит ниже уровня самих станций. Это дополнительно позволяет использовать силы гравитации как при разгоне, так и при торможении, поскольку при этом поезд стартует «под горку», а к станции подъезжает «на подъеме». Сколько времени ( $t$ ) потребуется поезду, чтобы, стартовав с нулевой начальной скоростью на одной станции, доехать по такому тоннелю до следующей, используя только силы гравитации (без электромоторов)? Станции лежат на одном уровне, расстояние между ними  $L = 2 \text{ км}$ . Вертикальный профиль тоннеля является дугой окружности. Середина дуги лежит ниже уровня станций на величину  $h = 10 \text{ м}$ . Диссипативными силами пренебречь. Считать поезд материальной точкой, а  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

### ВАРИАНТ № 3 (10 класс)

Во всех задачах «по умолчанию» считать  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

- №1.** Сколько раз в течение 1 недели минутная стрелка образует прямой угол с часовой стрелкой?
- №2.** Скорость подъема лифта  $V=3 \text{ м/с}$ . Разгон до этой скорости и торможение до полной остановки происходят с одинаковым по модулю ускорением  $a=1,5 \text{ м/с}^2$ . Какое время потребуется лифту для подъема с нулевой отметки на высоту  $h=60\text{м}$ . Построить графики зависимости от времени для ускорения  $a(t)$ , скорости  $v(t)$  и высоты  $h(t)$  лифта, указав на этих графиках параметры всех ключевых точек.
- №3.** На краю стола закреплен легкий блок, через который перекинут легкий нерастяжимый трос. К свисающему концу троса привязан груз массой  $m_1=10\text{кг}$ . Другой (горизонтальный) конец троса «внатяг» привязан к лежащему на столе ящику массой  $m_2=20\text{кг}$ . Коэффициент трения ящика о стол  $\mu=0,2$ . Найти ускорение грузов ( $a$ ) и силу натяжения троса ( $T$ ).
- №4.** Средняя плотность планеты в 2 раза меньше, чем у Земли, а ускорение свободного падения на ее поверхности в 3 раза больше. Во сколько раз радиус планеты ( $R^*$ ) больше земного радиуса  $R_0$ ?
- №5.** Через ручей шириной  $L=6\text{м}$  перекинут мостик (толстая доска). На ней на расстоянии  $L_1=1,5\text{м}$  от одного из берегов стоит человек массой  $m_1=60\text{кг}$ . На каком расстоянии от него ( $l_0$ ) должен встать на доску другой человек массой  $m_2=90\text{кг}$ , чтобы нагрузка на обе опоры моста была одинаковой?
- №6.** На полу лежит доска длиной  $L=1,7\text{м}$ . На ее середине лежит брусков весом  $P=68\text{Н}$ . Коэффициент трения между ними  $\mu = \frac{2}{3}$ . Какой будет сила трения между доской и бруском, если доску наклонить, подняв один из ее концов на высоту  $H=80\text{см}$ ?
- №7.** Самолет делает в вертикальной плоскости «мертвую петлю». Пилот ( $m = 100\text{кг}$ ) пристегнут к креслу ремнями и в верхней точке находится в положении «вниз головой». При этом он, в зависимости от параметров траектории, может либо висеть на ремнях, либо быть вдавленным в кресло, либо находиться в состоянии невесомости. Найти величину реакции опоры ( $N$ ) и ее тип (кресло или ремни) в верхней точке, если скорость там  $V=360\text{км/ч}$ , а радиус петли  $R=800\text{м}$ . Считать  $g=10\text{м/с}^2$ .
- №8.** Шайбу со скоростью  $V_1$  толкнули вверх по длинной доске, наклоненной под углом  $\alpha$  к горизонту. Если коэффициент трения о доску  $\mu < \tan \alpha$ , шайба остановится в некоторой точке и начнет съезжать обратно. Какую скорость ( $V_2$ ) будет иметь шайба, оказавшись снова у нижнего края доски? Дать ответ в общем виде и конкретно для случая  $V_1=3,6\text{м/с}$ ,  $\tan \alpha = 8/15$ ,  $\mu = 8/25$ .
- №9.** Вагон массой  $m_1 = 60\text{т}$  свободно скатывается по рельсам с сортировочной горки высотой  $H = 45\text{см}$  на горизонтальный участок пути, где сталкивается с неподвижным вагоном массой  $m_2 = 40\text{т}$  и автоматически сцепляется с ним пружинной сцепкой. Найти общую скорость сцепленных вагонов ( $V^*$ ) и потенциальную энергию сжатой пружинной сцепки ( $U$ ). Диссипативными силами пренебречь.

## ВАРИАНТ № 4 (10 класс)

*Во всех задачах «по умолчанию» считать  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .*

- №1.** Сколько раз в течение суток минутная стрелка образует прямой угол с секундной стрелкой?
- №2.** Скорость подъема лифта  $V=4 \text{ м/с}$ . Разгон до этой скорости и торможение до полной остановки происходят с одинаковым по модулю ускорением  $a=2 \text{ м/с}^2$ . Какое время потребуется лифту для подъема с нулевой отметки на высоту  $h=60 \text{ м}$ . Построить графики зависимости от времени для ускорения  $a(t)$ , скорости  $v(t)$  и высоты  $h(t)$  лифта, указав на этих графиках параметры всех ключевых точек.
- №3.** На краю стола закреплен легкий блок, через который перекинут легкий нерастяжимый трос. К свисающему концу троса привязан груз массой  $m_1=10\text{кг}$ . Другой (горизонтальный) конец троса «внатяг» привязан к лежащему на столе ящику массой  $m_2=10\text{кг}$ . Коэффициент трения ящика о стол  $\mu=0,8$ . Найти ускорение грузов ( $a$ ) и силу натяжения троса ( $T$ ).
- №4.** Средняя плотность планеты в 2 раза меньше, чем у Земли, а радиус ее в 4 раза больше. Во сколько раз ускорение свободного падения на поверхности планеты ( $g^*$ ) отличается от земного  $g_0$ ?
- №5.** Через ручей шириной  $L=8\text{м}$  перекинут мостик (толстая доска). На ней на расстоянии  $L_1=2\text{м}$  от одного из берегов стоит человек массой  $m_1=60\text{кг}$ . На каком расстоянии от него ( $l_0$ ) должен встать на доску другой человек массой  $m_2=80\text{кг}$ , чтобы нагрузка на обе опоры моста была одинаковой?
- №6.** На полу лежит доска длиной  $L=1,3\text{м}$ . На ее середине лежит брусков весом  $P=78\text{Н}$ . Коэффициент трения между ними  $\mu = 0,5$ . Какой будет сила трения между доской и бруском, если доску наклонить, подняв один из ее концов на высоту  $H=50\text{см.?$ }
- №7.** Самолет делает в вертикальной плоскости «мертвую петлю». Пилот ( $m =100\text{кг}$ ) пристегнут к креслу ремнями и в верхней точке находится в положении «вниз головой». При этом он, в зависимости от параметров траектории, может либо висеть на ремнях, либо быть вдавленным в кресло, либо находиться в состоянии невесомости. Найти величину реакции опоры ( $N$ ) и ее тип (кресло или ремни) в верхней точке, если скорость там  $V=180\text{км/ч}$ , а радиус петли  $R=500\text{м}$ . Считать  $g=10\text{м/с}^2$ .
- №8.** Шайбу со скоростью  $V_1$  толкнули вверх по длинной доске, наклоненной под углом  $\alpha$  к горизонту. Если коэффициент трения о доску  $\mu < \operatorname{tg} \alpha$ , шайба остановится в некоторой точке и начнет съезжать обратно. Какую скорость ( $V_2$ ) будет иметь шайба, оказавшись снова у нижнего края доски? Дать ответ в общем виде и конкретно для случая  $V_1=2,4\text{м/с}$ ,  $\operatorname{tg} \alpha = 3/4$ ,  $\mu = 3/5$ .
- №9.** Вагон массой  $m_1 = 40\text{т}$  свободно скатывается по рельсам с сортировочной горки высотой  $H = 20\text{см}$  на горизонтальный участок пути, где сталкивается с неподвижным вагоном массой  $m_2 = 60\text{т}$  и автоматически сцепляется с ним пружинной сцепкой. Найти общую скорость сцепленных вагонов ( $V^*$ ) и потенциальную энергию сжатой пружинной сцепки ( $U$ ). Диссипативными силами пренебречь.

### **ВАРИАНТ № 5 (10 класс)**

«По умолчанию» во всех задачах считать  $g=10\text{м}/\text{с}^2$ .

- №1.** Цилиндрическое ведро диаметром  $D$  наполовину заполнено жидкостью с плотностью  $\rho_0$ . В нем плавает круглая миска диаметром  $d$ , в которой лежит камень массой  $m_x$ . Плотность камня  $\rho_x > \rho_0$ . Как и на сколько изменится уровень жидкости ( $\Delta h$ ), если камень выкинуть из миски в ведро?
- №2.** При температуре  $T_1=+2^\circ\text{C}$  часы со стальным маятником спешат на 5 секунд в сутки. Каким будет отклонение их хода от нормы при температуре  $T_2=+27^\circ\text{C}$ ? Коэффициент линейного расширения стали  $\alpha=1,2 \cdot 10^{-5} \text{ К}^{-1}$ . Период колебаний маятника длиной  $L$  равен  $T=2\pi(L/g)^{1/2}$ .
- №3.** На краю стола закреплен легкий блок, через который перекинут легкий нерастяжимый трос. К свисающему концу троса привязан груз массой  $m_1=10\text{кг}$ . Другой (горизонтальный) конец троса «внатяг» привязан к лежащему на столе ящику массой  $m_2=20\text{кг}$ . Коэффициент трения ящика о стол  $\mu=0,2$ . Найти ускорение грузов ( $a$ ) и силу натяжения троса ( $T$ ).
- №4.** Длина пружинки в свободном состоянии  $l_0=20\text{см}$ . На ней к потолку лифта подвешивают груз массой  $m_0=10\text{г}$ . При этом длина ее становится  $l_1=25\text{см}$ . А когда лифт начинает движение, то длина ее становится  $l_2=24\text{см}$ . Найти коэффициент упругости пружины ( $k$ ), величину ускорения лифта ( $a$ ) и направление его движения (вверх или вниз).
- №5.** Через ручей шириной  $L=8\text{м}$  перекинут мостик (толстая доска). На ней на расстоянии  $L_1=1,5\text{м}$  от одного из берегов стоит человек массой  $m_1=60\text{кг}$ . На каком расстоянии от него ( $l_0$ ) должен встать на доску другой человек массой  $m_2=75\text{кг}$ , чтобы нагрузка на обе опоры моста была одинаковой?
- №6.** На полу лежит доска длиной  $L=2,6\text{м}$ . На ее середине лежит бруск весом  $P=78\text{Н}$ . Коэффициент трения между ними  $\mu = 0,5$ . Какой будет сила трения между доской и бруском, если доску наклонить, подняв один из ее концов на высоту  $H=1\text{м}.$ ?
- №7.** Две бесконечные полуплоскости образуют двугранный угол  $\phi$ , внутренние поверхности которого являются зеркалами. Какое максимальное число отражений может претерпеть лазерный луч, произвольно запущенный в этот зеркальный угол?
- №8.** Шайбу со скоростью  $V_1$  толкнули вверх по длинной доске, наклоненной под углом  $\alpha$  к горизонту. Если коэффициент трения о доску  $\mu < \operatorname{tg} \alpha$ , шайба остановится в некоторой точке и начнет съезжать обратно. Какую скорость ( $V_2$ ) будет иметь шайба, оказавшись снова у нижнего края доски? Дать ответ в общем виде и конкретно для случая  $V_1=3\text{м}/\text{с}$ ,  $\operatorname{tg} \alpha = 8/15$ ,  $\mu = 8/25$ .
- №9.** Вагон массой  $m_1 = 60\text{т}$  свободно скатывается по рельсам с сортировочной горки высотой  $H = 45\text{см}$  на горизонтальный участок пути, где сталкивается с неподвижным вагоном массой  $m_2 = 40\text{т}$  и автоматически сцепляется с ним пружинной сцепкой. Найти общую скорость сцепленных вагонов ( $V^*$ ) и потенциальную энергию сжатой пружинной сцепки ( $U$ ). Диссипативными силами пренебречь.

## ВАРИАНТ № 6 (10 класс)

«По умолчанию» во всех задачах считать  $g=10\text{m}/\text{s}^2$ .

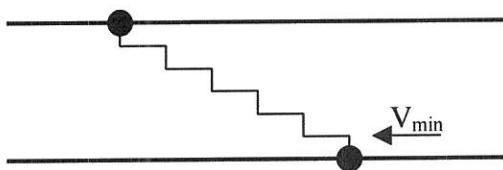
- №1.** Цилиндрическое ведро диаметром  $D$  наполовину заполнено водой. В нем плавает льдинка массой  $M$ , в которую вморожен камень массой  $m_x$ . Плотность камня ( $\rho_x$ ) больше плотности воды ( $\rho_0$ ). Как и на сколько изменится уровень воды в ведре ( $\Delta h$ ), после того, как льдинка растает? Испарением пренебречь.
- №2.** При температуре  $T_1=+5^\circ\text{C}$  часы с медным маятником спешат на 6 секунд в сутки. Каким будет отклонение их хода от нормы при температуре  $T_2=+20^\circ\text{C}$ ? Коэффициент линейного расширения меди  $\alpha=1,7 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ . Период колебаний маятника длиной  $L$  равен  $T=2\pi(L/g)^{1/2}$ .
- №3.** На краю стола закреплен легкий блок, через который перекинут легкий нерастяжимый трос. К свисающему концу троса привязан груз массой  $m_1=10\text{kg}$ . Другой (горизонтальный) конец троса «внатяг» привязан к лежащему на столе ящику массой  $m_2=10\text{kg}$ . Коэффициент трения ящика о стол  $\mu=0,8$ . Найти ускорение грузов ( $a$ ) и силу натяжения троса ( $T$ ).
- №4.** Длина пружинки в свободном состоянии  $l_0=30\text{cm}$ . На ней к потолку лифта подвешивают груз массой  $m_0=10\text{g}$ . При этом длина ее становится  $l_1=35\text{cm}$ . А когда лифт начинает движение, то длина ее становится  $l_2=36\text{cm}$ . Найти коэффициент упругости пружины ( $k$ ), величину ускорения лифта ( $a$ ) и направление его движения (вверх или вниз).
- №5.** Через ручей шириной  $L=7\text{m}$  перекинут мостик (толстая доска). На ней на расстоянии  $L_1=2\text{m}$  от одного из берегов стоит человек массой  $m_1=60\text{kg}$ . На каком расстоянии от него ( $l_0$ ) должен встать на доску другой человек массой  $m_2=90\text{kg}$ , чтобы нагрузка на обе опоры моста была одинаковой?
- №6.** На полу лежит доска длиной  $L=3,4\text{m}$ . На ее середине лежит брусков весом  $P=68\text{N}$ . Коэффициент трения между ними  $\mu = \frac{2}{3}$ . Какой будет сила трения между доской и бруском, если доску наклонить, подняв один из ее концов на высоту  $H=1,6\text{m}$ ?
7. Две бесконечные полуплоскости образуют двугранный угол, внутренние поверхности которого являются зеркалами. При каком минимальном значении ( $\phi$ ) этого угла лазерный луч, произвольно запущенный в этот зеркальный угол, претерпит не более, чем  $N$  отражений?
- №8.** Шайбу со скоростью  $V_1$  толкнули вверх по длинной доске, наклоненной под углом  $\alpha$  к горизонту. Если коэффициент трения о доску  $\mu < \tan \alpha$ , шайба остановится в некоторой точке и начнет съезжать обратно. Какую скорость ( $V_2$ ) будет иметь шайба, оказавшись снова у нижнего края доски? Дать ответ в общем виде и конкретно для случая  $V_1=1,8\text{m}/\text{s}$ ,  $\tan \alpha = 3/4$ ,  $\mu = 3/5$ .
- №9.** Вагон массой  $m_1 = 40\text{t}$  свободно скатывается по рельсам с сортировочной горки высотой  $H = 20\text{cm}$  на горизонтальный участок пути, где сталкивается с неподвижным вагоном массой  $m_2 = 60\text{t}$  и автоматически сцепляется с ним пружинной сцепкой. Найти общую скорость сцепленных вагонов ( $V^*$ ) и потенциальную энергию сжатой пружинной сцепки ( $U$ ). Диссипативными силами пренебречь.

**ВАРИАНТ № 7 (10класс)**  
 «По умолчанию» во всех задачах считать  $g=10\text{м/с}^2$ .

**№1.** Шар массой  $m_1=0,2\text{кг}$  с плотностью  $\rho_1=1600\text{кг/м}^3$ .приклеили к шару массой  $m_2=0,3\text{кг}$  с плотностью  $\rho_2=600\text{кг/м}^3$  и опустили эту пару в ведро, доверху заполненное водой. Какой объем воды выльется из ведра? Плотность воды  $\rho_0=1000\text{кг/м}^3$ .

**№2.** Поворот на шоссе представляет собой дугу окружности радиусом  $R=300\text{м}$ . В целях безопасности асфальт здесь уложен не горизонтально, а с наклоном к центру этой дуги. Угол наклона  $\alpha=\arctg(0,3)$ . На какой скорости автомобили могут проходить этот поворот без риска заноса даже в гололед?

**№3.** Две муфты массами  $m_1$  и  $m_2$  могут скользить без трения по двум (каждая по своей) параллельным горизонтальным направляющим, расстояние между которыми  $R$ . Муфты соединены пружиной жесткостью  $k$  и длиной (в ненапряженном состоянии)  $L_0$  ( $L_0>R$ ). Изначально система свободна и находится в покое. Какую минимальную скорость ( $V_{\min}$ ) надо мгновенно сообщить одной из муфт (см. рисунок), чтобы она смогла обогнать «соседку» в процессе их совместного параллельного движения по направляющим?



**№4.** Тепловоз тянет за собой состав, прицепленный к нему пружинной сцепкой. Когда состав разгоняется с ускорением  $a_1$ , длина пружины равна  $l_1$ . При торможении состава с ускорением  $a_2$  (по модулю) длина пружины равна  $l_2$ . Найти длину ( $l_0$ ) «свободной» (ненагруженной) пружины.

**№5.** Обруч скатывается без проскальзывания с наклонной плоскости. Коэффициент трения между ними  $\mu$ . Наклон начинают медленно увеличивать. При каком угле наклона обруч начнет проскальзывать?

**№6.** Две бесконечные полуплоскости образуют двугранный угол  $\phi=12^\circ$ , внутренние поверхности которого являются зеркалами. Какое максимальное число отражений может претерпеть лазерный луч, произвольно запущенный в этот зеркальный угол?

**№7.** Изобразить на PV, PT и VT диаграммах следующий замкнутый цикл: изотермическое сжатие – изобарное охлаждение – изотермическое расширение – изохорный нагрев.

**№8.** Свободный массивный поршень делит горизонтальный цилиндрический сосуд на две равные части, в которых находятся равные количества одного газа. Если при температуре  $T_1$  цилиндр поставить вертикально, то поршень под собственной тяжестью сместится от середины вниз так, что объем верхней части цилиндра станет втрое больше объема нижней части ( $V_{B1}/V_{H1}=3$ ). Чему будет равно это отношение ( $V_{B2}/V_{H2}$ ), если абсолютную температуру увеличить вдвое ( $T_2=2T_1$ )?

**№9.** В прочном герметичном сосуде при комнатной температуре  $T_0$  под давлением  $P_0$  находится смесь  $m_1=1\text{г}$  водорода ( $H_2$ ) и  $m_2=4\text{г}$  кислорода ( $O_2$ ). Искровым разрядом в сосуде инициируется химическая реакция окисления водорода (взрыв). Каким станет давление в сосуде после того, как его содержимое остынет до исходной температуры  $T_0$ ?

**№10.** В вертикальном цилиндре под *легким свободным* поршнем при внешнем атмосферном давлении  $P_0$  и комнатной температуре  $T_0$  находится жидкость с молярной массой  $M$ . Поршень лежит на ее поверхности. Жидкость нагревают до температуры *ее кипения* ( $T_k$ ) и полностью переводят в пар. Какое полезное тепло потребуется затратить на всю эту процедуру, если масса жидкости  $m$ , ее удельная теплоемкость  $C$ , а удельная теплота испарения  $\lambda$ . Утечкой пара из цилиндра, а также объемом жидкости по сравнению с объемом ее пара пренебречь.