

Министерство науки и высшего образования РФ
Совет ректоров вузов Томской области
Открытая региональная межвузовская олимпиада
2021-2022
ФИЗИКА
11 класс
II этап
Вариант 1

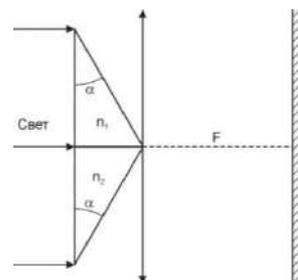
1. К точке O прикреплён один конец нерастяжимой невесомой нити определённой длины. На другом конце нити находится маленький грузик массой m . Нить с грузиком первоначально отводят от вертикали на угол α , а затем отпускают. Найдите зависимость силы натяжения от угла отклонения нити от вертикали в процессе движения грузика.

Оценка задания № 1 – 10 баллов

2. Вентиляционная установка засасывает уличный воздух, пропуская его через фильтр тонкой очистки. Мощность прокачки воздуха составляет $120 \text{ м}^3/\text{ч}$. Считая, что в каждом килограмме атмосферного воздуха присутствует $41,5 \text{ мкг}$ вредных примесей (угольной сажи), средний размер одной частицы угольной сажи равен $0,7 \text{ мкм}$, определите приблизительно (по порядку величины), какое количество частиц будет улавливаться фильтром за 10 минут работы вентиляционной системы. Эффективность фильтрации этих примесей составляет 85% . Уличный воздух, для простоты, считать идеальным газом, находящемся при атмосферном давлении ($P_a = 105 \text{ кПа}$) и при температуре 17°C . Молярная масса воздуха равна 29 г/моль . Плотность частиц угольной сажи взять равной $1,5 \text{ г/см}^3$. Для определённости, форму частиц при решении задачи считать кубической.

Оценка задания № 2 – 15 баллов

3. Две одинаковые стеклянные призмы с сечением в виде прямоугольного треугольника и углом $\alpha = 30^\circ$ склеены малыми катетами, как показано на



рисунке. Серединой получившаяся система опирается в тонкую линзу с фокусным расстоянием 10 см . За ней на расстоянии, равном фокусному расстоянию линзы находится экран. Когда систему осветили параллельным пучком света, на экране появились три ярких точки, лежащие на одной прямой. Расстояние между крайними точками равно 10 см . Показатель преломления одной призмы $n_1 = 1,5$. Найти показатель преломления второй призмы.

Оценка задания № 3 – 15 баллов

4. Лучнику на соревнованиях необходимо поразить центр мишени, находящейся от него на расстоянии $L = 50 \text{ м}$ на высоте $h_1 = 1,5 \text{ м}$ над землёй. Между лучником и мишенью находится прозрачная широкая преграда (стенка, забор) высотой $H = 3 \text{ м}$, толщиной которой можно пренебречь. Лучник пускает стрелу с высоты $h_2 = 1,6 \text{ м}$ под углом $\alpha = 12^\circ$ к горизонту. Определите, с точностью до десятых долей, минимальное расстояние между лучником и преградой, при которой мишень может быть поражена. Ветра нет, сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Оценка задания № 4 – 30 баллов

5. Две цилиндрических шайбы одинаковой массы изготовлены из материалов с плотностями ρ_1 и ρ_2 . Радиусы оснований цилиндров соответственно равны R_1 и R_2 . Шайбы изначально погружают в воду так, что верхнее основание цилиндра находится на одном уровне с поверхностью воды, а затем отпускают. Плотности материалов, из которых изготовлены шайбы, меньше плотности воды ρ . Определите отношение полных энергий малых вертикальных колебаний шайб. Шайбы колеблются независимо.

Оценка задания № 5 – 30 баллов

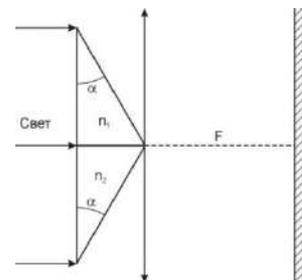
Министерство науки и высшего образования РФ
Совет ректоров вузов Томской области
Открытая региональная межвузовская олимпиада
2021-2022
ФИЗИКА
11 класс
II этап
Вариант 2

1. К точке O прикреплен один конец нерастяжимой невесомой нити определённой длины. На другом конце нити находится маленький грузик массой m . Нить с грузиком первоначально отводят от вертикали на угол некоторый угол α , а затем отпускают. Определите значение угла α , если при прохождении положения равновесия грузиком сила натяжения нити равна T .

Оценка задания № 1 – 10 баллов

2. Вентиляционная установка засасывает уличный воздух, пропуская его через систему из трёх фильтров тонкой очистки. Мощность прокачки воздуха составляет $120 \text{ м}^3/\text{ч}$. В каждом килограмме атмосферного воздуха присутствует $41,5 \text{ мкг}$ вредных примесей (угольной сажи). Эффективность фильтрации этих примесей каждым из фильтров составляет 85% . В систему вентиляции встроен датчик суммарной массы трёх фильтров. Когда масса системы фильтров увеличивается на 20 грамм , срабатывает сигнализация о необходимости замены системы фильтров. Определите среднее (в часах или в сутках) время эксплуатации вентиляционной установки между заменами фильтров. Уличный воздух, для простоты, считать идеальным газом, находящемся при атмосферном давлении ($P_a = 105 \text{ кПа}$) и при температуре $17 \text{ }^\circ\text{C}$. Молярная масса воздуха равна 29 г/моль .

3. Две одинаковые стеклянные призмы с сечением в виде прямоугольного треугольника и углом $\alpha = 30^\circ$ склеены малыми катетами, как показано на рисунке. Серединой получившаяся система опирается в тонкую линзу. За ней на расстоянии, равном фокусному расстоянию линзы находится экран. Когда систему осветили параллельным пучком света, на экране появились три ярких точки, лежащие на одной прямой. Расстояние между крайними точками равно 10 см . Показатели преломления призм $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,8$. Найти фокусное расстояние линзы.



Оценка заданий №№ 2-3 – по 15 баллов

4. Лучнику на соревнованиях необходимо поразить центр мишени, находящейся от него на расстоянии $L = 50 \text{ м}$ на высоте $h_1 = 1,5 \text{ м}$ над землёй. Между лучником и мишенью находится прозрачная широкая преграда (стенка, забор) высотой $H = 3 \text{ м}$, толщиной которой можно пренебречь. Лучник пускает стрелу с высоты $h_2 = 1,6 \text{ м}$ под углом $\alpha = 12^\circ$ к горизонту. Сможет ли лучник поразить мишень, если расстояние между ним и преградой будет составлять $l = 8 \text{ метров}$? Ветра нет, сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Оценка задания № 4 – 30 баллов

5. Две цилиндрических шайбы одинаковой массы изготовлены из материалов с плотностями ρ_1 и ρ_2 . Шайбы изначально погружают в воду так, что верхнее основание цилиндра находится на одном уровне с поверхностью воды, а затем отпускают. Плотности материалов, из которых изготовлены шайбы, меньше плотности воды ρ . Определите, во сколько раз отличаются радиусы оснований цилиндров, если отношение полных энергий малых вертикальных колебаний шайб равно $W_2/W_1 = \eta$. Шайбы колеблются независимо.

Оценка задания № 4-5 – 30 баллов