

Заключительный (очный) этап научно-образовательного соревнования

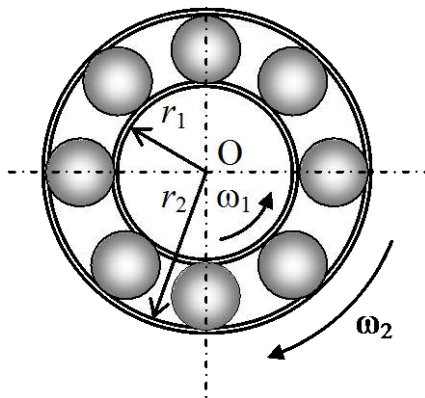
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации «Техника и технологии» (общеобразовательный предмет физика), весна 2019 г.

10 класс

Вариант 11

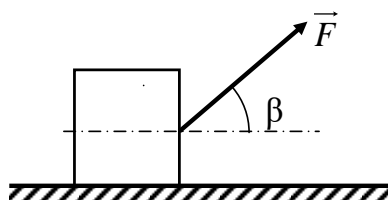
1. Мяч бросают вертикально вверх с поверхности земли с такой начальной скоростью, что он достигает максимальной высоты  $h = 19$  м. На какой высоте потенциальная энергия мяча была на 10% меньше кинетической? Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мяча на поверхности земли равна нулю. (10 баллов)

2. Внутреннее кольцо шарикоподшипника, имеющее радиус  $r_1 = 2r$ , вращается вокруг своего центра  $O$  с угловой скоростью  $\omega_1 = \omega$  против часовой стрелки, а внешнее, имеющее радиус  $r_2 = 3r$ , вращается вокруг центра  $O$  по часовой стрелке с угловой скоростью  $\omega_2 = 2\omega$  (см. рис.). Считая, что шарикоподшипник не движется как целое, найдите угловую скорость вращения центров шариков вокруг точки  $O$ . Шарики катятся без проскальзывания и не соприкасаются между собой.



(15 баллов)

3. На заготовку массы  $m = 1$  кг, в начальный момент времени покоившуюся на горизонтальном неподвижном конвейере, в течение времени  $t_1 = 10$  с действует сила  $F = 10$  Н, направленная под углом  $\beta = \pi/3$  вверх к горизонту (см. рис.). На какое расстояние переместится заготовка за время  $T = 40$  с (время отсчитывается от начала действия силы  $F$ )? Коэффициент трения заготовки о поверхность конвейера  $\mu = 0,9$ .



(15 баллов)

4. Для выполнения проектной работы ученик изготовил модель аппарата для подводной видеосъемки. Средняя плотность модели получилась равной  $\rho = 1150 \text{ кг/м}^3$ , поэтому модель тонула в воде. Ученик прикрепил к ней несколько воздушных шариков. В результате испытаний в пресной речной воде оказалось, что при погружении на глубину, не превышающую критической величины  $h_{\text{к}} = 1 \text{ м}$ , модель с прикрепленными к ней шариками всплывает, а при погружении на большую глубину тонет. Какой критической глубины достигает модель с теми же шариками при погружении в соленую морскую воду? Считайте, что в обоих опытах погружения температуры воды и воздуха не меняются, атмосферное давление  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ . Плотность пресной воды  $\rho_{\text{п}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ , плотность соленой воды  $\rho_{\text{с}} = 1050 \text{ кг/м}^3$ . Массой шариков и воздуха в них можно пренебречь. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

(30 баллов)

Заключительный (очный) этап научно-образовательного соревнования

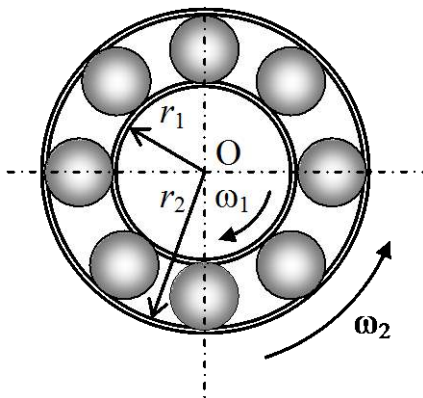
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации «Техника и технологии» (общеобразовательный предмет физика), весна 2019 г.

10 класс

Вариант 12

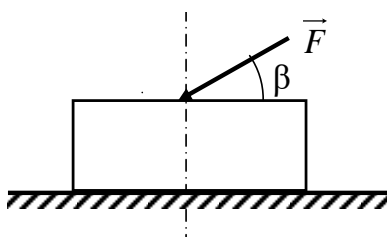
1. Мяч бросают вертикально вверх с поверхности земли с начальной скоростью  $v_0 = 3$  м/с. Чему равна скорость мяча на высоте, на которой его кинетическая энергия на 25% больше потенциальной? Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мяча на поверхности земли равна нулю. (10 баллов)

2. Внутреннее кольцо шарикоподшипника, имеющее радиус  $r_1 = 3r$ , вращается вокруг своего центра  $O$  с угловой скоростью  $\omega_1 = 2\omega$  по часовой стрелке, а внешнее, имеющее радиус  $r_2 = 4r$ , вращается вокруг центра  $O$  против часовой стрелки с угловой скоростью  $\omega_2 = \omega$  (см. рис.). Считая, что шарикоподшипник не движется как целое, найдите угловую скорость вращения центров шариков вокруг точки  $O$ . Шарiki катятся без проскальзывания и не соприкасаются между собой.



(15 баллов)

3. На заготовку массы  $m = 3$  кг, в начальный момент времени покоившуюся на горизонтальном неподвижном конвейере, в течение времени  $t_1 = 10$  с действует сила  $F = 15$  Н, направленная под углом  $\beta = \pi/6$  вниз к горизонту (см. рис.). На какое расстояние переместится заготовка за время  $T = 18$  с (время отсчитывается от начала действия силы  $F$ )? Коэффициент трения заготовки о поверхность конвейера  $\mu = 0,3$ .



(15 баллов)

4. Для выполнения проектной работы ученик изготовил модель аппарата для подводной видеосъемки. Средняя плотность модели получилась равной  $\rho = 1150 \text{ кг/м}^3$ , поэтому модель тонула в воде. Ученик прикрепил к ней несколько воздушных шариков. В результате испытаний в соленой морской воде оказалось, что при погружении на глубину, не превышающую критической величины  $h_c = 7 \text{ м}$ , модель с прикрепленными к ней шариками всплывает, а при погружении на большую глубину тонет. Какой критической глубины достигает модель с теми же шариками при погружении в пресную речную воду? Считайте, что в обоих опытах погружения температуры воды и воздуха не меняются, атмосферное давление  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ . Плотность пресной воды  $\rho_{\text{п}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ , плотность соленой воды  $\rho_{\text{с}} = 1050 \text{ кг/м}^3$ . Массой шариков и воздуха в них можно пренебречь. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

(30 баллов)

Заключительный (очный) этап научно-образовательного соревнования

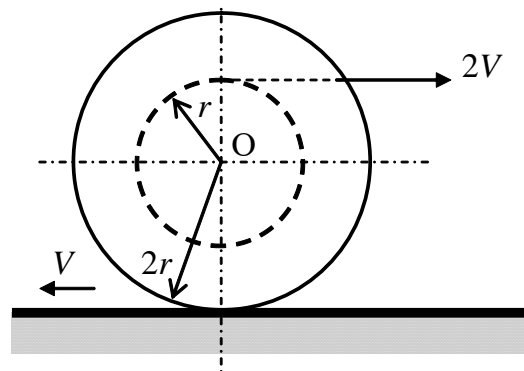
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации «Техника и технологии» (общеобразовательный предмет физика), весна 2019 г.

10 класс

Вариант 13

1. В сосуде находится озон  $O_3$  при температуре  $t_1 = 527^\circ C$ . Через некоторое время он полностью превращается в кислород  $O_2$ , а температура в сосуде падает до  $t_2 = 127^\circ C$ . На сколько процентов изменилось при этом давление газа? (10 баллов)

2. Катушка с нитками находится на ленте транспортера, движущейся со скоростью  $V$ . Катушку тянут за нить в противоположную сторону со скоростью  $2V$ , как показано на рисунке. Катушка катится по поверхности ленты без проскальзывания. С какой скоростью и в каком направлении движется центр катушки  $O$ ? Чему равна угловая скорость вращения катушки относительно точки  $O$ ? Радиусы катушки считать известными.

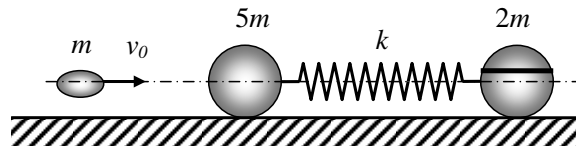


(15 баллов)

3. Система состоит из двух небесных тел, находящихся на расстоянии  $r$  друг от друга. Найдите период обращения небесных тел вокруг общего центра масс, если радиус первого небесного тела  $r_1$ , радиус второго небесного тела  $r_2$ , первая космическая скорость для первого небесного тела  $v_1$ , вторая космическая скорость для второго небесного тела  $v_2$ . Радиусы небесных тел много меньше расстояния между ними. (15 баллов)

4. Шарики одинакового радиуса, массы  $5m$  и  $2m$ , соединенные невесомой недеформированной пружиной жесткости  $k$ , лежат неподвижно на горизонтальном гладком столе (см. рис.). Шарик массы  $2m$  разрезан на две части вдоль плоскости, параллельной плоскости стола. Пуля массы  $m$  летит со скоростью  $v_0$  по линии, соединяющей центры шариков, и застревает в шарике массой  $5m$ . Время соударения шарика и пули мало по сравнению с временем деформации пружины. Определите

минимальное значение коэффициента трения между частями разрезанного шарика, при котором эти части не будут проскальзывать друг относительно друга при дальнейшем движении шариков.



(30 баллов)

Заключительный (очный) этап научно-образовательного соревнования

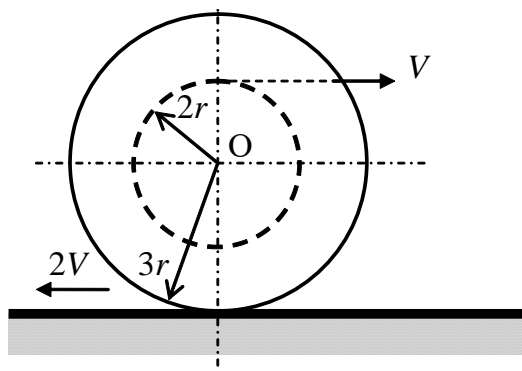
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело» специализации  
«Техника и технологии» (общеобразовательный предмет физика), весна 2019 г.

10 класс

Вариант 14

1. Баллон объемом  $V = 0,02 \text{ м}^3$  содержит сжатый кислород при температуре  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  и давлении  $p_1 = 7,5 \text{ МПа}$ . В процессе газосварки давление в баллоне понизилось на 20%, а температура уменьшилась на  $5^\circ\text{C}$ . Какая масса кислорода была израсходована при газосварке? (10 баллов)

2. Катушка с нитками находится на ленте транспортера, движущейся со скоростью  $2V$ . Катушку тянут за нить в противоположную сторону со скоростью  $V$ , как показано на рисунке. Катушка катится по поверхности ленты без проскальзывания. С какой скоростью и в каком направлении движется центр катушки  $O$ ? Чему равна угловая скорость вращения катушки относительно точки  $O$ ? Радиусы катушки считать известными.



(15 баллов)

3. Система, состоящая из двух небесных тел, вращается вокруг общего центра масс с периодом  $T$ . При вращении расстояние между телами остается неизменным. Найдите это расстояние  $r$ . Известно, что радиус первого небесного тела  $r_1$ , ускорение свободного падения вблизи его поверхности  $g_1$ , радиус второго небесного тела  $r_2$ , вторая космическая скорость для второго небесного тела  $v_2$ . Радиусы небесных тел много меньше расстояния между ними. (15 баллов)

4. Шарики одинакового радиуса, массы  $3m$  и  $2m$ , соединенные невесомой недеформированной пружиной жесткости  $k$ , лежат неподвижно на горизонтальном гладком столе (см. рис.). Шарик массы  $2m$  разрезан на две части вдоль плоскости, параллельной плоскости стола. Пуля массы  $m$  летит со скоростью  $v_0$  по линии, соединяющей центры шариков, и застревает в шарике массой  $3m$ . Время соударения шарика и пули мало по сравнению с временем деформации пружины. Определите минимальное значение коэффициента трения между частями разрезанного шарика, при котором эти части не будут проскальзывать друг относительно друга при дальнейшем движении шариков. (30 баллов)

