

Министерство Образования, Культуры и Исследований Республики Молдова  
Национальное Агентство по Куррикулуму и Оцениванию  
LV РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ

КИШИНЁВ, 22– 25 марта 2019

Теоретический тур РОФ 2019

10 класс

Задача 1

(10,0 баллов)

**P1.A.** Тело массы  $m$  и плотности  $\rho_{corp}$  падает в поле тяжести некоторой экзопланеты (см. Примечание) с высоты  $H$  в плотной газообразной среде с плотностью  $\rho_1$  и, затем погружается в жидкость с плотностью  $\rho_2$  на глубину  $h$ . Ускорение свободного падения считать известным и равным  $\vec{g}_p$ . Пренебрегая силой сопротивления газообразной среды, и считая, что погружение тела происходит мгновенно, а  $\rho_{corp} > \rho_2 > \rho_1$  определите:

**P1.A1.** Скорость тела  $v$  в момент погружения в жидкость; (1,0 балл)

**P1.A2.** Суммарную работу силы поверхностного натяжения и силы сопротивления жидкости, если значение скорости тела на глубине  $h$  равно  $v_0$ ; (1,5 балла)

**P1.A3.** Полагая, что сила сопротивления жидкости направлена против направления вектора скорости, а ее значение пропорционально скорости тела  $F_r = -\alpha v$ , найдите коэффициент  $\alpha$ , если известно, что начиная с глубины  $h$ , падение тела становится равномерным; (1,5 балла)

**P1.A4.** Когда в некоторой точке  $A$  экзопланеты предметы не отбрасывают тень, в этот же момент времени в пункте  $B$ , находящемся на расстоянии  $L$  от пункта  $A$ , лучи света от Звезды падают на экзопланету под углом  $\gamma$ . Найдите массу  $M_p$  и радиус  $R_p$  экзопланеты. Константа всемирного тяготения известна и равна  $G$ . (2,0 балла)

**Примечание:** Экзопланета – это планета, находящаяся вне Солнечной системы.

**P1.B.** В закрытом изолированном сосуде находится идеальный газ. В верхней части сосуда есть ответвление в виде тонкой трубки, вход в которую плотно закрыт пробкой цилиндрической формы массой  $m$  и плотности  $\rho$ . Длина пробки равна  $h$ . Трубка составляет с сосудом угол  $\alpha$ . Верхний конец трубки – открыт. Окружающий воздух находится при нормальном давлении  $p_0$ . Газ в сосуде начинают нагревать.

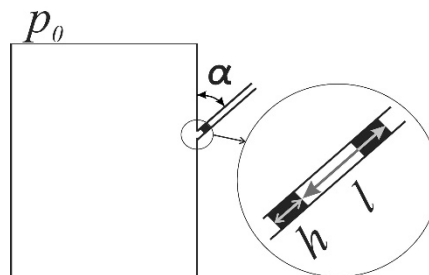


Рисунок P1.B.

**P1.B1.** Определите значение суммарной силы трения  $F_{fr}$  пробки о поверхность трубки, если известно, что при давлении  $p$  пробка начала движение по трубке; (2,0 балла)

**P1.B2.** Пройдя расстояние  $l$  вдоль трубки, пробка остановилась (см. Рис. P1.B). Определите работу  $A$ , которая была совершена по её перемещению. (2,0 балла)

Министерство Образования, Культуры и Исследований Республики Молдова  
 Национальное Агентство по Куррикулуму и Оцениванию  
**LV РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ**

КИШИНЁВ, 22– 25 марта 2019

**Теоретический тур РОФ 2019**

**10 класс**

**Задача 2**

**(10,0 баллов)**

**P2.** В воду, находящуюся при температуре  $t_1 = 0^\circ\text{C}$ , бросили кусочек льда при температуре  $t_2 < t_1$ . Внутри этого кусочка льда находится алюминиевая пластина, температура которой также  $t_2$ . Лёд с алюминиевой пластиной начинают нагревать нагревателем, схема сопротивления которого показана на Рисунке P2.1.

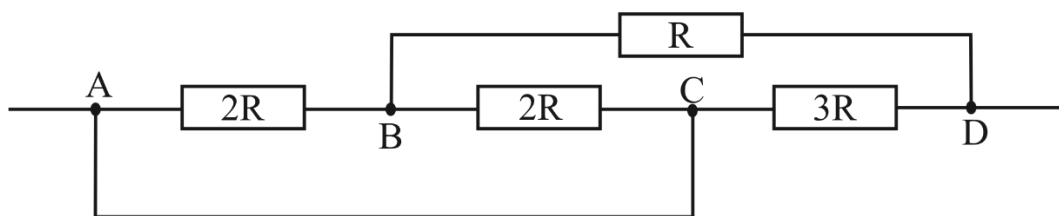


Рисунок P2.1.

**P2.1.** Найдите сопротивление нагревателя, если сопротивление резисторов в схеме равны  $R$ ,  $2R$  и  $3R$  (см. Рисунок P2.1), а сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало. **(3,0 балла)**;

**P2.2.** Считая, что всё выделяемое нагревателем тепло подводится к системе лёд-алюминий, найдите зависимость массы расплавленного льда  $m_0$  от массы алюминиевой пластины  $m_{Al}$ , если известно, что в цепи нагревателя в течении времени  $\tau$  протекал ток  $I$ . КПД нагревателя равен  $\eta$ , начальная масса кусочка льда с пластиной равна  $M$ . Удельные теплоемкости льда  $c_{gh}$  и алюминия  $c_{Al}$ , также, как и удельную теплоту плавления льда  $\lambda$  считать известными; **(3,0 балла)**

**P2.3.** Вычислите числовые значения параметров зависимости  $m_0$  от  $m_{Al}$  из пункта (P2.2.), если известно, что  $M = 4\text{ кг}$ ,  $\tau = 5\text{ мин.}$ ,  $t_2 = -4^\circ\text{C}$ ,  $I = 400\text{ мА}$ ,  $\eta = 80\%$ ,  $R = 1,1\text{ кОм}$ ,  $c_{gh} = 2050\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$ ,  $c_{Al} = 920\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$  и  $\lambda = 3,4\cdot 10^5\text{ Дж}/\text{кг}$ ; **(1,0 балл)**

**P2.4.** Используя числовые значения параметров, приведенных в пункте P2.3, найдите массу алюминиевой пластины, если известно, что через  $\tau = 5\text{ мин.}$  работы нагревателя лёд с алюминиевой пластиной полностью погрузился в воду. Плотность льда  $\rho_{gh} = 916\text{ кг}/\text{м}^3$ , плотность воды  $\rho_{H_2O} = 1000\text{ кг}/\text{м}^3$  и плотность алюминия  $\rho_{Al} = 2700\text{ кг}/\text{м}^3$ . Считать, что плавление льда происходит по его внешней границе. Поверхностным натяжением пренебречь.

**(3,0 балла)**

Министерство Образования, Культуры и Исследований Республики Молдова  
Национальное Агентство по Куррикулуму и Оцениванию  
**LV РЕСПУБЛИКАНСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ**

КИШИНЁВ, 22– 25 марта 2019

**Теоретический тур РОФ 2019**

**10 класс**

**Задача 3**

**(10,0 баллов)**

**Р3.А.** Оптическая система состоит из собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  и плоского зеркала, которое находится на расстоянии  $D$  за линзой.

**Р3.А.1.** Найдите фокусное расстояние данной оптической системы; **(3,0 балла)**

**Р3.А.2.** В каких случаях такая система будет работать как рассеивающая линза? **(1,0 балл)**

**Р3.В.** Математический маятник длины  $L$  совершает гармонические колебания с амплитудой  $X$  относительно главной оптической оси системы «линза-зеркало», описанной в пункте Р3.А. Линза плотно прижата к зеркалу:  $D = 0$ . Расстояние от маятника до зеркала равно  $5 \cdot F$ . Маятник колеблется в плоскости перпендикулярной плоскости рисунка (см. Рисунок Р3.В).

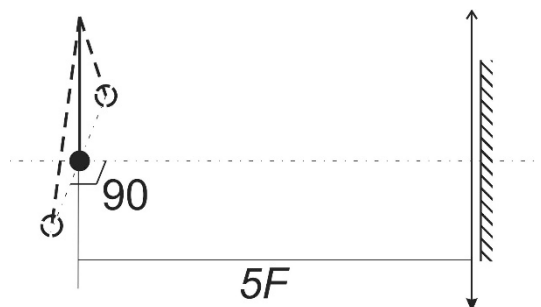


Рисунок Р3.В.

**Р3.В.1.** Определите на каком расстоянии от зеркала находится изображение маятника; **(2,0 балла)**

**Р3.В.2.** Найдите скорость  $v$  изображения маятника при его пересечении главной оптической оси. При решении задачи использовать формулу, связывающую максимальную скорость колебаний маятника, его амплитуду и частоту колебаний  $v_{max} = X\omega$ . **(4,0 балла)**

Задачи предложили:

**Д.Л. Ника**, доктор-хабилитат физических наук, профессор (Государственный Университет Молдовы);

**А.А. Ключанов**, доктор-хабилитат физико-математических наук, профессор (Государственный Университет Молдовы);

**К.Я. Исакова**, научный сотрудник (Государственный Университет Молдовы).