

**Условия, возможные решения и критерии оценивания задач 11 класса**

**Теоретический тур**

**Задача 1. Слинки** Пружину «слинки» удерживают за верхний виток так, что ее нижний виток находится на высоте  $h = 1$  м над уровнем пола, а длина самой пружины, растянутой силой собственного веса, равна  $l = 1,5$  м. Пружину отпускают. Через какое время  $\tau$  она упадет на пол? В нерастянутом состоянии витки пружины плотно прилегают друг к другу, не оказывая при этом давления друг на друга, а длина пружины составляет  $l_0 = 6$  см. Витки тонкие. При схлопывании пружины витки между собой соударяются неупруго, и к моменту падения она успевает схлопнуться. Ответ дать с точностью 0,02 с.



**Задача 2. Я тучка, тучка, тучка...** В приближении адиабатической атмосферы оцените:

1. высоту  $H$  атмосферы Земли;
2. высоту  $h_0$  нижней кромки облаков;

Температура на поверхности Земли  $t_0 = 27^\circ\text{C}$ , а относительная влажность воздуха  $\varphi = 80\%$ . Считайте, что  $h_0 \ll H$ .

*Указание:* Адиабатической называется атмосфера, в которой порции газа, перемещаясь по вертикали без теплообмена, все время остаются в механическом равновесии.

Рис. 11.1

Таблица 11.1

Зависимость	давления		насыщенного		водяного		пара		от температуры				
$t, ^\circ\text{C}$	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$P_H, \text{мм.рт.ст.}$	7,01	8,05	9,21	10,5	12,0	13,6	15,5	17,5	19,8	22,4	25,2	28,4	31,8

*Примечание:* Воздух считать идеальным двухатомным газом с молярной массой  $\mu = 29$  г/моль

**Задача 3. Бусинка** Заряд  $Q$  равномерно распределен по поверхности диэлектрической тонкостенной закрепленной трубы радиуса  $R$  и длиной  $H$ . Бусинка с тем же по знаку зарядом может свободно скользить по тонкой непроводящей спице, совпадающей с диаметром серединного (равноудаленного от торцов) сечения.

Найдите период  $T$  малых колебаний бусинки относительно положения равновесия. Удельный заряд бусинки  $\gamma = q/m$  считайте известным.

**Задача 4. И снова МГД** Модель морского магнетогидродинамического двигателя, установленного под днищем катера (рис. 11.2) представляет собой прямоугольный канал ( $a = 1,0$  м,  $l = 2$  м,  $h = 10$  см). К хорошо проводящим плоскостям  $hl$  подключен идеальный источник постоянного тока с ЭДС  $\mathcal{E} = 100$  В. Магнитное поле  $B = 1$  Тл пронизывает канал перпендикулярно непроводящим плоскостям  $al$ . При движении катера с таким двигателем с постоянной скоростью  $u$  скорость вытекающей относительно катера воды  $v = 10$  м/с.

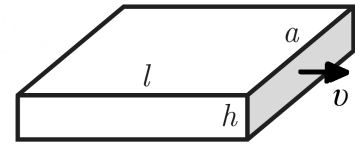


Рис. 11.2

Удельное сопротивление морской воды  $\rho = 1,0 \cdot 10^{-2}$  Ом  $\cdot$  м, ее плотность  $\rho_{\text{в}} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

Найдите скорость движения катера, силу тяги, полезную мощность и КПД двигателя.

**Задача 5. Лунное затмение** Как известно, Солнце не является точечным источником света, а имеет малый угловой диаметр (при наблюдении с Земли)  $2\delta = 0,52^\circ$ . Этот факт приводит к тому, что область полной тени за Землей оказывается конечной.

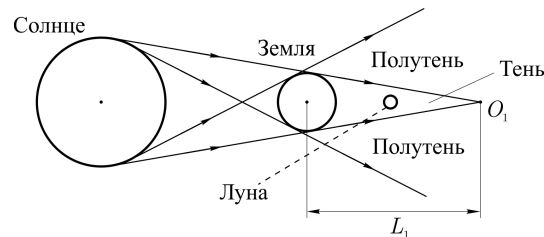


Рис. 11.3

1. Пусть рефракция (явление преломления солнечных лучей в земной атмосфере) отсутствует. На каком расстоянии  $L_1$  от Земли еще будет наблюдаться полная тень? Найдите продолжительность полного лунного затмения в этом случае.
2. В действительности рефракция оказывает существенное влияние на размер области полной тени. Пусть атмосфера Земли имеет приведенную высоту  $h = 8$  км и средний показатель преломления  $n = 1,00028$ .

Полагая, что границу тени образуют лучи, идущие по касательной к поверхности Земли, определите на каком максимальном расстоянии  $L_2$  теперь будет наблюдаться полная тень? Какая часть площади лунного диска окажется затенена?

Радиус Земли  $R = 6400$  км, ускорение свободного падения  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>, угловой диаметр Луны равен угловому диаметру Солнца  $2\delta$ , период обращения Луны вокруг Земли  $T_0 = 27,3$  сут.