

Олимпиада студентов и выпускников «Высшая лига», 2 этап, 2021 г.

Направление: «320. Физика»

Время выполнения – 180 мин.

Максимальный балл – 100.

**Задание 1 (20 баллов).**

Двойная звездная система состоит из двух одинаковых звезд масс  $m$ , которые вращаются вокруг их центра тяжести, а также испытывают быстрые вращения с одинаковой угловой скоростью  $\omega$  вокруг осей, перпендикулярных плоскости эклиптики. За счет приливных сил угловая скорость вращения  $\omega$  уменьшается. Что при этом происходит с расстоянием  $R$  между звездами? Выразить  $\partial_t R$  через  $\partial_t \omega$ , считая, что массы звезд  $m$  однородно распределены по шарам радиуса  $r \ll R$ .

**Задание 2 (20 баллов).**

Внутри шарообразного сосуда находится газ с абсолютной температурой  $T$ . Стенки сосуда являются абсорбирующими, то есть поглощают все падающие на них молекулы газа. Что происходит с температурой газа? Найти  $\partial_t T$ .

**Задание 3 (20 баллов).**

Плоский конденсатор с площадью обкладок  $S$  и расстоянием между ними  $h$  разряжается через сопротивление  $R$ . Найти энергию, которая будет излучена во время этого процесса, если первоначальный заряд конденсатора  $q_0$ .

**Задание 4 (20 баллов).**

Оценить поправку к энергии основного состояния атома водорода за счет конечного размера ядра (протона), который имеет размер  $a = 0.84$  фм. ( $1 \text{ фм} = 10^{-15} \text{ м}$ ).

**Задание 5 (20 баллов).**

Нелинейный осциллятор, характеризуемый смещением  $x$ , возбуждается внешней силой  $f$ , которая стоит в правой части уравнения

$$\partial_t^2 x + \omega^2 x + \beta x^3 = f(t).$$

Найти амплитуду колебаний осциллятора, считая, что сила  $f$  ударно действует только в моменты времени  $t = n\pi/\omega$  ( $n$  – целое число), причем в момент времени  $t = 2n\pi/\omega$  сила  $f$  придает осциллятору дополнительную скорость  $u$ , а в момент времени  $t = (2n+1)\pi/\omega$  сила  $f$  придает дополнительную скорость  $-u$ . Нелинейность считать слабой.