

1	2	3	4	5	Σ	Оценка

Фамилия И.О.	№ группы

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО ФИЗИКЕ

письменная часть 19 января 2018 года

Вариант А

1А. Космическая станция покоится относительно центра Солнца на расстоянии $R_0 = 50$ млн. км от него, удерживаемая ориентированным к нему зеркальным солнечным парусом. Кратковременное включение двигателя придаёт станции скорость $V_0 = 20$ см/с, направленную от Солнца. На каком расстоянии R от Солнца станция остановится? Масса Солнца $M_C = 2 \cdot 10^{30}$ кг. Влиянием солнечного ветра (потока ионизованных частиц – протонов, ядер гелия и др.) пренебречь.

2А. Тепловая машина работает по циклу ABCA, состоящему из изотермы АВ, адиабаты ВС и политропы СА с отрицательной теплоемкостью. Определить КПД тепловой машины, если её рабочее тело неизвестно, а температуры в точках А и С относятся как $T_A/T_C = 4$.

3А. На одну из поверхностей толстой плоской стеклянной пластины с показателем преломления $n_{ст} = 1,69$ нанесена тонкая плёнка прозрачного диэлектрика. Плёнка имеет минимальную толщину, обеспечивающую при нормальном падении полное просветление на длине волны $\lambda_1 = 600$ нм. Какая доля интенсивности падающего нормально света отразится от верхней поверхности пластины при длине волны $\lambda_2 = 400$ нм? Дисперсией показателя преломления в стекле и плёнке, а также многократными отражениями пренебречь.

4А. Нейтрон находится в сферической прямоугольной потенциальной яме радиусом $R = 8 \cdot 10^{-13}$ см. Определить минимальную глубину ямы U , при которой в ней существует пятый s -уровень. Найти также энергию первого уровня E_1 , отсчитанную от дна такой ямы.

5А. Плоская электромагнитная волна нормально падает на тонкую проводящую пленку. Пленка изготовлена из графена, поверхностная проводимость которого $\sigma = e^2/4\hbar$. Определить коэффициенты отражения, прохождения и поглощения волны (по интенсивности). Толщина пленки много меньше длины волны.

Указание. Поверхностная проводимость есть произведение удельной проводимости на толщину пленки.

1	2	3	4	5	Σ	Оценка

Фамилия И.О.	№ группы

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО ФИЗИКЕ

письменная часть 19 января 2018 года

Вариант Б

1Б. Космическая станция покоится относительно центра Солнца на расстоянии $R_0 = 50$ млн. км от него, удерживаемая ориентированным к нему зеркальным солнечным парусом. Кратковременное включение двигателя придаёт станции скорость V_0 , направленную от Солнца. Каково минимальное значение V_0 , при котором станция может улететь на бесконечность? Масса Солнца $M_C = 2 \cdot 10^{30}$ кг. Влиянием солнечного ветра (потока ионизованных частиц – протонов, ядер гелия и др.) пренебречь.

2Б. Тепловая машина работает по циклу $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$, состоящему из политропы $1 \rightarrow 2$ с отрицательной теплоёмкостью, изотермы $2 \rightarrow 3$ и адиабаты $3 \rightarrow 1$. Определить КПД тепловой машины, если её рабочее тело неизвестно, а отношение температур $T_1/T_2 = 4$.

3Б. Одна из поверхностей толстой плоской стеклянной пластины покрыта тонкой плёнкой минимальной толщины, обеспечивающей полное просветление при нормальном падении света с длиной волны $\lambda_1 = 500$ нм. Показатель преломления стекла $n_{ст} = 1,69$. Какая доля интенсивности падающего нормально света с длиной волны $\lambda_2 = 250$ нм отразится? Дисперсией показателя преломления в стекле и плёнке, а также многократными отражениями пренебречь.

4Б. Электрон находится в симметричной одномерной потенциальной яме шириной $2a = 3$ нм. Определить минимальную глубину ямы U , при которой в ней существует уровень с номером $n = 12$. Найти также энергию первого уровня E_1 , отсчитанную от дна такой ямы.

5Б. В вакууме расположен шар радиуса $R = 2$ см с температурой $T = 450$ К. На расстоянии $r = 4$ см от центра шара находится практически покоящийся атом цезия в основном состоянии. Найти среднее значение и направление силы, действующей на атом вследствие его поляризации электрическим полем теплового излучения. Поляризуемость атома $\alpha = 7,5 \times 10^{-22}$ см³. Эффектом радиационного давления пренебречь, силу тяжести не учитывать.

1	2	3	4	5	Σ	Оценка

Фамилия И.О.	№ группы

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО ФИЗИКЕ

письменная часть 19 января 2018 года

Вариант В

1В. Космическая станция покоится относительно центра Солнца на расстоянии $R_0 = 50$ млн. км от него, удерживаемая ориентированным к нему зеркальным солнечным парусом. Кратковременное включение двигателя придаёт станции скорость $V_0 = 20$ см/с, направленную к Солнцу. На каком расстоянии R от Солнца станция остановится? Масса Солнца $M_C = 2 \cdot 10^{30}$ кг. Влиянием солнечного ветра (потока ионизированных частиц – протонов, ядер гелия и др.) пренебречь.

2В. Холодильная машина работает по циклу $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$, состоящему из изотермы $1 \rightarrow 2$, адиабаты $2 \rightarrow 3$ и политропы с положительной теплоемкостью $3 \rightarrow 1$. Вычислить эффективность холодильной машины, если её рабочее тело неизвестно, а отношение температур в точках 3 и 1 равно $T_3/T_1 = 3$.

3В. Одна из поверхностей толстой плоской стеклянной пластины покрыта тонкой плёнкой минимальной толщины, обеспечивающей полное просветление при нормальном падении света с длиной волны $\lambda_1 = 500$ нм. Показатель преломления стекла $n_{ст} = 1,69$. Найти максимальную длину волны света, при которой данная пленка будет отражать 1,7% интенсивности падающего излучения. Дисперсией показателя преломления в стекле и плёнке, а также многократными отражениями пренебречь.

4В. Электрон находится в симметричной одномерной потенциальной яме шириной $2a = 3$ нм. Определить минимальную глубину ямы U , при которой в ней существует уровень с номером $n = 11$. Найти также энергию второго уровня E_2 , отсчитанную от дна такой ямы.

5В. Излучение импульсного лазера длительностью $\tau = 10$ нс и энергией $E = 0,2$ Дж разделено на два когерентных луча, направленных друг против друга и сфокусированных в области перетяжки с диаметром $d = 125$ мкм (см. рисунок). Электронный пучок с энергией $eV = 380$ эВ рассеивается на перетяжке и направление на первый дифракционный максимум составляет $\varphi = 2,36 \cdot 10^{-4}$ рад с направлением пучка. Считая, что эффективный потенциал рассеяния пропорционален пространственному распределению интенсивности волны, найти объемную плотность фотонов в области перетяжки.

