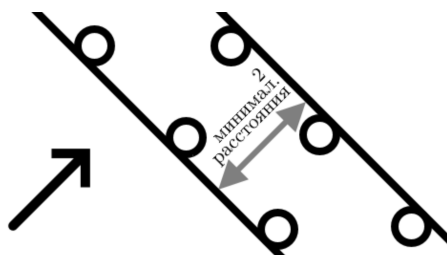


Олимпиада «Формула Единства» / «Третье тысячелетие»

Физика, 11 класс, 2022 год

1. Однородный поток альфа-частиц (ядер гелия) падает перпендикулярно на очень тонкую пластину некоторого вещества с простой кубической решёткой. Толщина пластины равна 2 минимальным расстоянием между атомами. Будем предполагать, что взаимодействие альфа-частиц с атомами пластины возможно, только если расстояние от центра атома до альфа-частицы меньше радиуса атома.



Определите долю альфа-частиц, прошедших пластину без взаимодействия для двух рассматриваемых способов формирования пластины:

1. поверхность пластины параллельна плоскости элементарной ячейки,
2. поверхность пластины составляет угол 45° с плоскостью элементарной ячейки (см. рис., направление частиц указано стрелкой).

Примечание. Радиус атома вещества $r = 1,4 \cdot 10^{-9}$ м, длина ребра элементарной ячейки $d = 4 \cdot 10^{-9}$ м, радиус альфа-частицы $r_\alpha = 2 \cdot 10^{-15}$ м (задача носит модельный характер и указанные параметры не являются табличными).

0,456 (1)

2. Проектируется игрушечный подъёмный кран из очень лёгкой пластиковой плёнки с надувной стрелой. Эта стрела представляет собой цилиндр диаметром 2 см и длиной 70 см, на конце заглушённый. В него планируется подавать воздух с давлением $P = 50000$ Па = 0,5 атм (имеется в виду превышение давления над атмосферным). Какую массу можно поднять таким краном, если вертикальное отклонение конца стрелы не должно превышать половины диаметра, а сопротивлением пластиковой оболочки на изгиб можно пренебречь?

Примечание. Считайте молярную массу воздуха $29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, ускорение свободного падения $g = 10$ Н/кг, температуру воздуха 20°C . Ответ округлите до 10 грамм.

440 грамм

3. С резко остановившегося грузовика скатывается незакреплённое колодезное кольцо со скоростью 1 м/с. Определите, с какой скоростью оно ударится о поверхность дороги, если внешний диаметр кольца 90 см, высота кузова грузовика 1,5 м, ускорение свободного падения $9,8$ м/с².

5,17 м/с

4. Есть закон Стефана-Больцмана для интенсивности I теплового излучения (то есть мощности теплового излучения с единицы поверхности):

$$I = aT^4,$$

где $a = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$ — коэффициент в законе Стефана-Больцмана, T — абсолютная температура поверхности. Известно, что энергия и импульс для излучения связаны соотношением

$$E = p \cdot c,$$

где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с — скорость света.

Оцените, какую силу давления создаёт тепловое излучение Солнца ($T = 6000$ К, $R = 6,5 \cdot 10^8$ м), падающее перпендикулярно на идеально отражающее зеркало площади $S = 217,4$ м², расположенное в космосе вблизи Земли.

Примечание. Радиус орбиты Земли вокруг Солнца $r = 1,5 \cdot 10^{11}$ м. Ответ дайте с точностью до милли-Ньютона.

НМ 7

5. Говорят, что капля камень точит. Рассчитайте силу, с которой капля массой $m_k = 5$ грамм, упавшая с высоты $H = 10$ м, действует на горизонтальную поверхность. Для простоты представьте каплю в виде цилиндра с высотой, равной диаметру.

Н 9999