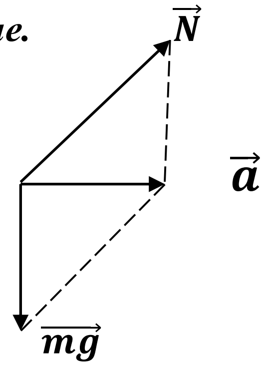
Решения задач для 11 класса 1 варианта.

Задача 1 (2 балла). Современный российский истребитель СУ-35 способен двигаться со скоростью 1400 км/ч на высоте 200 м. Летчик не должен испытывать кратковременные перегрузки более 9g. Каким должен быть минимальный радиус поворота, чтобы летчик сохранил управление машиной? g = 10 м/с^2.

Решение.



$\boldsymbol{m\vec{a}} = \boldsymbol{\vec{N}} + \boldsymbol{m\vec{g}}$ – по II закону Ньютона.

По теореме Пифагора находим $\left|\vec{N}\right| = \sqrt{(m\vec{a})^2 + (m\vec{g})^2} = m\sqrt{a^2 + g^2}$

$P' = |N|$- сила реакция опоры равна весу тела в процессе перегрузки по III закону Ньютона,

По определению перегрузка равна: $\frac{P'}{P} = \frac{m\sqrt{a^2+g^2}}{mg} = \frac{\sqrt{a^2+g^2}}{g} \leq 9$

$$\sqrt{a^2 + g^2} \leq 9g$$
$$a^2 + g^2 \leq 81g^2$$
$$a^2 \leq 80g^2$$
$$a \leq \sqrt{80}g$$
$$a = \frac{V^2}{R} => \frac{V^2}{R} \leq \sqrt{80}g$$
$$R \geq \frac{V^2}{\sqrt{80}g}$$
$$R \geq \frac{(388,9)^2}{\sqrt{80} \cdot 10} \approx 1690,1 \text{ м.}$$
$$R_{min} = 1690,1 \text{ м}$$

Задача 2 (3 балла). Легкая соломинка массы m=1 г и длины L=4см плавает на поверхности воды. По одну сторону от соломинки налили мыльный раствор. С каким ускорением wначнет двигаться соломинка? Сопротивлением воды движению соломинке пренебречь. Поверхностные натяжения воды и мыльного раствора равны соответственно $\sigma_в$= 7,4 10^{-2} Н/м и.$\sigma_{м.р.}$= 4 10^{-2} Н/м.

Решение.

Благодаря смачиванию на соломинку (в горизонтальном направлении, перпендикулярном оси соломинки) действуют нескомпенсированные силы:

$F_в = \sigma_в L$- со стороны воды,

$F_{м.р.} = \sigma_{м.р.}L$ -со стороны мыльного раствора.

Применим 2-й закон Ньютона для описания динамики соломинки

$$mw = F_в - F_{м.р.} = \sigma_в L - \sigma_{м.р.}L.$$

Искомое ускорение соломинки

$$w = (\sigma_в - \sigma_{м.р.})L/m =$$
$$= (7.4 - 4.0)\, 10^{-2}\, 4\, 10^{-2} / 10^{-3} = 1.36 \text{ м/ с}^2 .$$

Задача 3 (3 балла). Саша один раз раздвинул пластины плоского конденсатора, которые все время были подключены к источнику напряжения, а в другой раз они были отключены после первоначальной зарядки. В каком из этих двух случаев Саша совершил большую работу на раздвижение пластин? Ответ пояснить.

Решение.

В первом случае при раздвижении пластин разность потенциалов остается постоянной, но емкость, а следовательно, и заряд на пластинах уменьшаются. Это вызовет постепенное уменьшение силы взаимодействия пластин. Во втором случае заряд на пластинах остается постоянным. А так как поле однородно, то сила взаимодействия пластин сохранит начальное значение во все время раздвижения пластин. Поэтому при одинаковом перемещении пластин работа во втором случае будет больше.

Задача 4 (4 балла). Два небольших шарика массой m, заряда q каждый, соединены непроводящей нитью длины *2l* и лежат на гладком горизонтальном столе. В некоторый момент времени середина нити начинает двигаться с постоянной скоростью *V*, перпендикулярной направлению нити в начальный момент времени. Определите, минимальное расстояние d, на которое сблизятся шарики.

Решение.

Перейдем в инерциальную систему отсчета, связанную с движущимся центром нити. Тогда в начальный момент времени шарики имеют одинаковую скорость *V*. Первоначальный запас энергии в системе равен

$$W_1 = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0\, 2l} + \frac{2mV^2}{2}.$$

В момент наибольшего сближения энергия системы равна

$$W_2 = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0\, d}.$$

Из закона сохранения энергии получим ответ:

$$d = \frac{2lq^2}{(q^2 + 8\pi\varepsilon_0 mV^2 l)}.$$

Задача 5 (5 баллов). Ракета влетает в неподвижное облако частиц с начальной скоростью V_0 и движется в нем с ускорением *a*. Частицы налипают на переднюю поверхность ракеты площадью *S*. Концентрация частиц *n*, масса каждой частицы *m*, а самой ракеты M_0. Определить силу реактивной тяги двигателей ракеты.

Решение:

Рассчитаем скорость *V* и массу *M* ракеты через промежуток времени *t*, который прошел после того, как ракета вошла в облако. Двигаясь в облаке, ракета поглощает все частицы, которые находились внутри «коридора», по которому она двигалась. Объем «коридора» равен пути ракеты внутри облака, умноженной на площадь передней стенки. В каждом кубическом метре находится *n* частиц.

$$V = V_0 + at$$

$$M = M_0 + (V_0 t + \frac{at^2}{2})nSm$$

Найдем силу реактивной тяги *F* из условия

$$F = \frac{dp}{dt}$$

где *p=MV*

$$F = (V_0 + at)^2 nSm + (M_0 + (V_0 t + \frac{at^2}{2})nSm)a$$