

Национальный исследовательский аэрокосмический университет
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ** ИМЕНИ АКАДЕМИКА **С.П.КОРОЛЕВА**

Олимпиада школьников по физике – 2010

9–й класс

1. Турист первую треть всего времени шёл по грунтовой дороге со скоростью $u_1 = 3$ км/ч. Следующую треть времени он перемещался по шоссе со скоростью $u_2 = 6$ км/ч. Последний участок длиной в треть всего пути турист шёл со скоростью u_3 . Вычислите скорость u_3 . Определите, при какой скорости он прошел бы тот же путь за то же время, двигаясь равномерно?
2. Один из видов пауков, обитающих в Южной Азии, плетет самую тонкую в мире паутину. Её диаметр $d = 10$ нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Оценить длину паутины, которую мог бы сплести такой паук массой 0,2 г. Масса вещества, из которого плетётся паутина, составляет 10% от массы паука. Плотность паука и плотность паутины считайте приблизительно равными 10^3 кг/м^3 . *Примечание. В физике понятие “оценить” означает, что вычисления следует проводить приближенно. Например, за площадь поперечного сечения цилиндра можно оценочно принять значение, численно равное квадрату его диаметра.*
3. Семиклассники изучали закон Архимеда. Они налили в сосуд две плохо смешивающиеся жидкости и опустили в них однородный шарик. Его центр оказался на границе раздела жидкостей (рис.1). Зная их плотности $\rho_1 = 0,96 \text{ г/см}^3$ и $\rho_2 = 1,00 \text{ г/см}^3$, школьники определили плотность материала, из которого изготовлен шарик. Определите её и вы, а также объясните явление, которое наблюдали школьники. Оказалось, что на следующий день шарик опустился на дно сосуда. Ребята удивились и решили повторить опыт. Снова налили в этот же сосуд те же жидкости и опустили в них тот же шарик (рис.2). Его центр опять оказался на границе жидкостей. Но на следующий день... шарик всплыл на поверхность. Почему?
4. Вертикальный шест высотой $h = 1$ м, поставленный недалеко от уличного фонаря, отбрасывает тень длиной $l_1 = 80$ см. Если расстояние между фонарным столбом и шестом увеличить на $s = 1,5$ м, то длина тени возрастёт до $l_2 = 1,3$ м. На какой высоте H находится фонарь?
5. Котел объёмом 200 л наполовину заполнен водой при температуре $t_0 = 20^\circ\text{C}$. Желая нагреть воду до температуры $t_1 = 40^\circ\text{C}$, включили газовую горелку. Спустя время $t = 30$ мин оказалось, что воду перегрели – её температура была уже $t_2 = 50^\circ\text{C}$. Тогда открыли кран с холодной водой (её температура $t_3 = 15^\circ\text{C}$) и стали наливать её в котёл, забыв выключить горелку. Определите, переполнится ли

котёл к тому моменту времени, когда вода в нем будет иметь нужную температуру ($t_1 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$), если из крана за каждую минуту поступает объём воды $V_3 = 10 \text{ л}$. Теплоемкость котла и потери теплоты не учитывать. Удельная теплоёмкость воды $C = 4200 \text{ Дж/кг }^\circ\text{C}$).

6. Две электрические плитки включены в сеть параллельно. Сопротивление первой плитки 60 Ом, второй – 24 Ом. Какая из плиток потребляет большую мощность и во сколько раз?

Ответы.

1. $v = 4,5 \text{ км/ч}$.

2. $l = 200000 \text{ км}$.

3. На шарик действует сила тяжести mg и две выталкивающие силы Архимеда, одна со стороны верхней более лёгкой жидкости F_{A1} и другая со стороны нижней более тяжёлой жидкости F_{A2} . Из условия равновесия шарика следует, что

$$mg = F_{A1} + F_{A2}$$

Масса шарика $m = \rho V$, где V – его объём. По закону Архимеда

$$F_{A1} = \rho_1 \frac{V}{2} g \quad \text{и} \quad F_{A2} = \rho_2 \frac{V}{2} g$$

Тогда условие равновесия шарика перепишется в виде

$$\rho_x V g = \rho_1 \frac{V}{2} g + \rho_2 \frac{V}{2} g$$

Отсюда найдём

$$\rho_x = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} = 0,98 \text{ г/см}^3$$

Погружение шарика на дно сосуда и всплытие на поверхность жидкости объясняются следующими явлениями. Со временем жидкости перемешиваются (происходит диффузия). В первом случае лёгкой жидкости было налито больше, чем тяжелой.

$$\frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$

Следовательно, плотность смеси оказалась меньше, чем среднее значение $\frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$, т.е. меньше плотности материала шарика, поэтому он и утонул. А во втором случае, наоборот, больше было налито тяжелой жидкости, значит, плотность образовавшейся смеси стала больше плотности шарика. В итоге шарик всплыл на поверхность жидкости.

4. $H = 4$ м.

5. Котёл не переполнится.

6. Вторая плитка потребляет мощность в 2,5 раза большую, чем первая.

Национальный исследовательский аэрокосмический университет

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П.КОРОЛЕВА

Олимпиада десятиклассников по физике – 2010

Вариант № ФД 10-01

Таблица баллов

Задача №	1	2	3	4	5	Сумма
Всего баллов	20	20	20	20	20	100
Набрано баллов						

Задача №1 (20 баллов). Тело массой $m=50$ кг перемещают равномерно по горизонтальной плоскости, прилагая силу F , направленную под углом $\alpha=30^\circ$ к горизонту. Определите величину прилагаемой силы F , если коэффициент трения тела о плоскость $k=0,2$.

Задача №2 (20 баллов). В электрический чайник налили $0,75$ л холодной воды и включили нагреватель. Через $\tau=20$ мин после включения вся вода выкипела. Мощность нагревателя $N=0,45$ кВт. КПД нагревателя $\eta=0,8$. Определите начальную температуру воды, если для воды известны: удельная теплоемкость $c=4187$ Дж/(кг К); удельная теплота парообразования $r=2,26 \cdot 10^5$ Дж/кг.

Задача №3 (20 баллов). Шар радиусом $R_1=6$ см заряжен до потенциала $\varphi_1=300$ В, а шар радиусом $R_2=4$ см до потенциала $\varphi_2=500$ В. Определите потенциал шаров после того, как их соединили металлическим проводником. Емкостью соединительного проводника пренебречь.

Задача №4 (20 баллов). Спортсмен прыгает в сетку с высоты $H_1=8$ м. На какой предельной высоте h_1 над полом надо натянуть сетку, чтобы спортсмен не ударился о пол при прыжке? Известно, что сетка прогибается на величину $h_2=0,5$ м, если спортсмен прыгает в нее с высоты $H_2=1$ м.

Задача №5 (20 баллов). В каждую из четырех шин автомобиля накачан воздух объемом $V_1=200$ л при температуре $t_1=17^\circ\text{C}$. Объем шины $V_2=54$ л, при температуре $t_2=0^\circ\text{C}$ площадь сцепления шины с дорогой $S=290$ см². Найдите массу автомобиля. Давление атмосферы $p=0,1$ МПа.

При решении условия задач не переписывать. Задания можно не возвращать.

Ответы: *Задача №1.* 103,5 Н. *Задача 2.* 16,4 ОС. *Задача 3.* $\varphi=380$ В. *Задача 4.* 1,23 м.
Задача № 5. 4000 кг.

**Национальный исследовательский аэрокосмический университет
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П.КОРОЛЕВА**

Олимпиада школьников по физике – 2010

11 класс

Вариант № Ф10-01

Таблица баллов

Задача №	1	2	3	4	5	Сумма
Всего баллов	30	10	20	10	30	100
Набрано баллов						

Задача 1. (30 баллов). Вертолет массой $m=1500$ кг имеет лопасти винта длиной $l=5$ м. Какую мощность должен иметь двигатель, чтобы удержать в воздухе вертолет? Считать, что весь воздух под вращающимися лопастями движется вниз однородным потоком. Принять: температура воздуха $T=300$ К, давление $p=10^5$ Па, молярная масса $\mu=0,029$ кг/моль.

Задача 2. (10 баллов). В двух одинаковых сосудах при одинаковом давлении и температуре находится влажный и сухой воздух. Определите, какой сосуд больше весит?

Задача 3. (20 баллов). В однородном горизонтальном магнитном поле, индукция которого $B=0,04$ Тл, помещена Ц-образная конструкция из трех толстых медных стержней, боковые стороны которой вертикальны. Плоскость конструкции перпендикулярна вектору магнитной индукции. По стержням свободно и без нарушения контакта скользит сверху вниз тонкая медная перемычка ($\rho=1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом м; $D=8,8 \cdot 10^3$ кг/м³). Какой максимальной скорости достигнет перемычка? Электрическим сопротивлением всех частей, кроме перемычки, а также трением при движении пренебречь.

Задача 4. (10 баллов). На гладком горизонтальном столе лежит шар массой $M=110$ г (рис. 1), прикрепленный к пружине с жесткостью $k=10$ Н/м. В шар попадает пуля, имеющая массу $m=10$ г, летящая со скоростью $v_0=50$ м/с вдоль оси пружины. Считая удар неупругим, и пренебрегая массой пружины и сопротивлением воздуха, определите амплитуду и период колебаний шара.

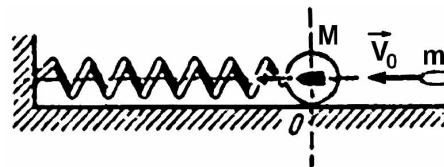


Рис.1

Задача 5. (30 баллов). Светящаяся точка находится на главной оптической оси на расстоянии $d=0,45$ м от собирающей линзы с оптической силой $D=5$ дптр. За линзой, перпендикулярно оптической оси, помещено плоское зеркало. На каком расстоянии от линзы нужно поместить плоское зеркало, чтобы лучи, отраженные от него, пройдя вторично через линзу, стали параллельными?

При решении условия задач не переписывать. Лист с заданиями можно не возвращать.

Ответы: *Задача 1.* $N=96$ кВт. *Задача 2.* Вес сосуда с влажным воздухом меньше веса сосуда с сухим воздухом. *Задача 3.* $v_{\max}=0,96$ м/с. *Задача 4.* $x_m=0,45$ м, $T=0,69$ с. *Задача 5.* $l=0,28$ м.

**Национальный исследовательский аэрокосмический университет
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П.КОРОЛЕВА**

Олимпиада школьников по физике – 2010

11 класс

Вариант № Ф10-02

Таблица баллов

Задача №	1	2	3	4	5	Сумма
Всего баллов	10	20	20	20	30	100
Набрано баллов						

Задача 1. (10 баллов). Поясните, почему крупные капли дождя падают с большей скоростью, чем мелкие? Капли считать шарообразной формы.

Задача 2.(20 баллов). Идеальный одноатомный газ ($\nu=3$ моля) совершает цикл, показанный на рис.1. Температуры газа в соответствующих точках равны: $T_1=400$ К, $T_2=800$ К, $T_4=1200$ К. Определите работу газа за цикл.

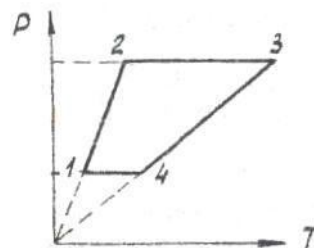


Рис.1

Задача 3.(20 баллов). Перпендикулярно магнитному полю с индукцией $B=0,1$ Тл возбуждено электрическое поле напряженностью $E=100$ кВ/м. Перпендикулярно обоим полям равномерно и прямолинейно движется заряженная частица. Определите скорость частицы.

Задача 4.(20 баллов). Шарик, прикрепленный к пружине (рис.2), совершает гармонические колебания на гладкой горизонтальной поверхности с амплитудой $A=12$ см. На сколько сантиметров сместится шарик от положения равновесия за время, в течение которого его кинетическая энергия уменьшится в два раза?

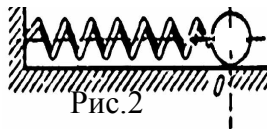


Рис.2

Задача 5.(30 баллов). Источник света помещен на главной оптической оси на расстоянии $d=20$ см от собирающей линзы с фокусным расстоянием $F=12$ см. На каком расстоянии за собирающей линзой надо поместить рассеивающую линзу с фокусным расстоянием $F=-12$ см, чтобы изображение источника света осталось действительным?

Таблицу перерисовать. Условия задач не переписывать.

Ответы: Задача 1. Капли большего радиуса падают с большей предельной скоростью.

Задача 2. $A = 20$ кДж.

Задача 3. $v = 106$ м/с.

Задача 4. $\omega t = 8,5$ см.

Задача 5. $18\text{см} < x < 30\text{см}$.