

Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

Председатель Координационного Совета
Российской аэрокосмической олимпиады школьников
_____ А.Н. Герашенко

I-й тур

Вариант №1

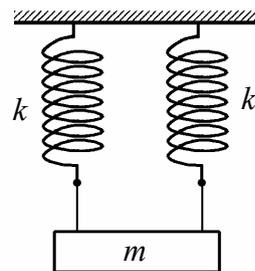
1. При попутном ветре, дующем вдоль трассы, время полета самолета из города A в город B равно $\Delta t_1 = 1$ ч 20 мин, а обратно при том же ветре – $\Delta t_2 = 2$ ч. Сколько времени будет продолжаться полет между этими городами в безветренную погоду? Во всех случаях скорость самолета относительно воздуха одинакова.

2. К двухосной тележке, находящейся на горизонтальной поверхности, приложена постоянная горизонтальная сила, под действием которой тележка движется с некоторым ускорением. Одну из осей тележки заклинивают (колеса этой оси перестают вращаться). При этом ускорение тележки уменьшается в $n = 1,5$ раза. Во сколько еще раз изменится ускорение тележки, если заклинить обе оси? Трение качения и трение в осях не учитывать, массой колес пренебречь. Считать, что масса тележки равномерно распределена по ее длине и силы давления на оси одинаковы.

3. В результате абсолютно упругого соударения шарика массой m с неподвижным шаром массой M шарик отлетел под прямым углом к первоначальному направлению движения, потеряв треть своей скорости. Чему равно отношение скоростей шарика и шара сразу после их соударения?

4. В доверху наполненной водой чаше плавает деревянный брусок массой m , на котором лежит кусок льда такой же массы. При этом не весь брусок погружен в воду. Сколько воды выльется из чаши, когда лед растает, а брусок будет плавать на поверхности воды? Ответ обосновать.

5. Брусок массой $m = 0,5$ кг прикреплен двумя невесомыми одинаковыми нитями к двум одинаковым пружинам жесткостью $k = 10^2$ Н/м каждая (см. рисунок). Нити вертикальны и совпадают с осями пружин. Брусок совершает малые вертикальные колебания с амплитудой $A = 1$ см. Определите максимальную силу натяжения нитей.

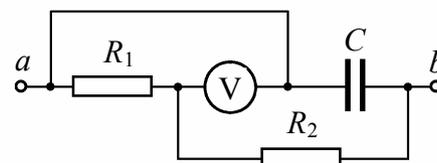


6. Обшивку одного из изолированных технических отсеков космического корабля пробил крошечный метеорит. Пробоину почти сразу заделали, но за это время давление в отсеке упало на $\eta = 13\%$, а температура понизилась на $n = 10\%$. На сколько процентов уменьшилось количество газа в отсеке?

7. В процессе нагревания $\nu = 0,5$ моль идеального одноатомного газа на $\Delta t = 27^\circ\text{C}$ давление газа возрастает прямо пропорционально температуре. Определите изменение внутренней энергии и работу газа в данном процессе.

8. В двух противоположных вершинах квадрата со стороной $a = 1$ м находятся одинаковые по величине одноименные точечные заряды. Напряженность электрического поля в двух других вершинах квадрата равна $E = 18$ В/м. Определите величину каждого заряда. Среда – вакуум.

9. Разность потенциалов между точками a и b участка цепи, представленного на рисунке, равна $\Delta\varphi = 3$ В. Считая вольтметр идеальным, определите его показания, если $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом.



10. В темное время суток дно открытого бассейна подсвечивают маленькими лампочками, вмонтированными в дно. Каждую лампочку можно считать точечным источником света. Во сколько раз максимальное время выхода света от одной лампочки из воды в воздух больше минимального времени выхода света? Показатель преломления воды равен $n = 1,33$.

2014

Председатель центральной методической комиссии по физике _____

B. A. ...

Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

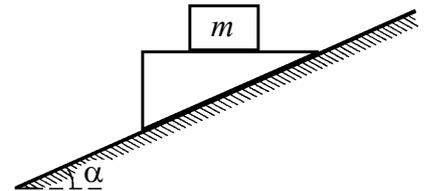
Председатель Координационного Совета
Российской аэрокосмической олимпиады школьников
_____ А.Н. Геращенко

I-й тур

Вариант №2

1. Двое школьников соревнуются в беге. Разгоняются они с одинаковыми ускорениями $a = 0,35 \text{ м/с}^2$, но один школьник замешкался и стартовал на 1 с позже, зато разогнался на 1 с дольше. После разгона оба школьника продолжали бег равномерно и финишировали одновременно через $\Delta t = 20 \text{ с}$ после команды «старт». На какой дистанции они соревновались?

2. С наклонной плоскости с углом при основании $\alpha = 30^\circ$ соскальзывает без трения клин, верхняя грань которого горизонтальна (см. рисунок). На клине покоится брусок массой $m = 200 \text{ г}$. Определите силу давления бруска на поверхность клина.



3. Движущийся шар сталкивается с неподвижным шаром. После абсолютно упругого центрального соударения шары разлетелись в противоположные стороны с равными по величине скоростями. Определите отношение масс шаров.

4. В доверху наполненной водой чаше плавает кусок льда массой m_1 , в который вморожен деревянный брусок массой m_2 . Сколько воды выльется из чаши, когда лед растает, а брусок будет плавать на поверхности воды? Ответ обосновать.

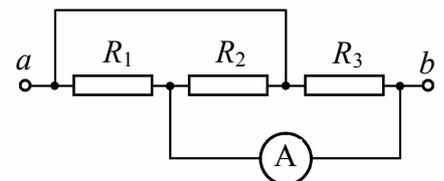
5. Два одинаковых шарика соединены легкой пружиной и расположены на гладкой горизонтальной поверхности. Первоначально пружина сжата на $\Delta x = 4 \text{ см}$, а шарики удерживаются связывающей их нитью. После пережигания нити шарики стали совершать гармонические колебания в горизонтальной плоскости. Определите амплитуду и период этих колебаний. Масса каждого шарика $m = 50 \text{ г}$, жесткость пружины $k = 10^2 \text{ Н/м}$.

6. Аэростат с жесткой оболочкой заполнили водородом при температуре $t_1 = 17^\circ\text{C}$. Под влиянием солнечной радиации температура газа поднялась до $t_2 = 27^\circ\text{C}$, и излишек газа массой $m = 5 \text{ кг}$ вышел через предохранительный клапан. Чему равен объем аэростата, если давление внутри аэростата оставалось неизменным и равным атмосферному $P_0 = 10^5 \text{ Па}$? Молярная масса водорода $\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

7. Идеальному газу сообщили количество теплоты $Q = 100 \text{ Дж}$. При этом давление газа изменяется обратно пропорционально объему. Определите изменение внутренней энергии и работу газа в данном процессе.

8. В двух соседних вершинах квадрата со стороной $a = 1 \text{ м}$ находятся одинаковые по величине одноименные точечные заряды. Напряженность электрического поля в двух других вершинах квадрата равна $E = 12,6 \text{ В/м}$. Определите величину каждого заряда. Среда – вакуум.

9. Разность потенциалов между точками a и b участка цепи, представленного на рисунке, равна $\Delta\varphi = 5 \text{ В}$. Считая амперметр идеальным, определите его показания, если $R_1 = R_2 = 20 \text{ Ом}$, $R_3 = 5 \text{ Ом}$.



10. На дне водоема глубиной $h = 1 \text{ м}$ находится точечный источник света. Определите наибольшее расстояние, которое проходят лучи света до того, как выйдут из воды в воздух. Показатель преломления воды $n = 1,33$.

2014

Председатель центральной методической комиссии по физике _____

Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

Председатель Координационного Совета
Российской аэрокосмической олимпиады школьников
_____ А.Н. Герашенко

I-й тур

Вариант №3

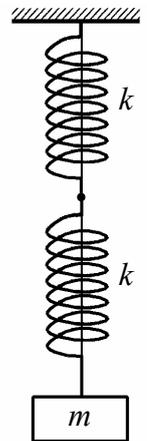
1. При попутном ветре, дующем вдоль трассы, время полета самолета из города A в город B равно $\Delta t_1 = 1$ ч 20 мин, а обратно при том же ветре – $\Delta t_2 = 2$ ч. Сколько времени будет продолжаться полет между этими городами при ветре, перпендикулярном трассе самолета? Во всех случаях скорость самолета относительно воздуха и скорость ветра неизменны.

2. Два школьника катаются на санях с горки с углом наклона к горизонту $\alpha = 30^\circ$. Коэффициент трения саней с пластиковыми полозьями о поверхность горки равен $\mu_1 = 0,1$, а саней с металлическими полозьями – $\mu_2 = 0,15$. Во сколько раз время соскальзывания с горки школьника на санях с пластиковыми полозьями меньше времени соскальзывания с той же горки другого школьника на санях с металлическими полозьями?

3. В результате абсолютно упругого соударения шарика массой m с неподвижным шаром массой M шарик отлетел под прямым углом, а шар под углом $\alpha = 30^\circ$ к первоначальному направлению движения шарика. Чему равно отношение масс шара и шарика?

4. В доверху наполненной водой чаше плавает кусок льда массой m_1 , на котором лежит брусок из пенопласта массой m_2 . При этом не весь лед погружен в воду. Сколько воды выльется из чаши, когда лед растает, а брусок будет плавать на поверхности воды? Ответ обосновать.

5. Груз массой $m = 100$ г подвешен на двух одинаковых пружинах жесткостью $k = 10^3$ Н/м каждая, соединенных последовательно (см. рисунок). Первоначально груз подвешен к потолку с помощью нити, длина которой равна суммарной длине пружин в недеформированном состоянии. После пережигания нити груз стал совершать вертикальные гармонические колебания. Определите максимальную скорость груза при его движении.

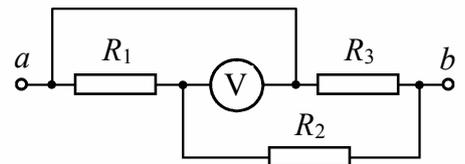


6. Аэростат объемом $V = 200$ м³ наполняют гелием при температуре $T = 290$ К и давлении $P = 10^5$ Па. Сколько времени требуется для наполнения аэростата, если каждую секунду в него закачивается $m = 20$ г гелия? Молярная масса гелия $\mu = 4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

7. В процессе нагревания $\nu = 0,3$ моль идеального одноатомного газа на $\Delta t = 17^\circ\text{C}$ объем газа возрастает прямо пропорционально температуре. Определите изменение внутренней энергии и работу газа в данном процессе.

8. В двух противоположных вершинах квадрата со стороной $a = 1$ м находятся одинаковые по величине разноименные точечные заряды величиной $q = 1$ нКл каждый. Определите величину напряженности электрического поля в двух других вершинах квадрата. Среда – вакуум.

9. Разность потенциалов между точками a и b участка цепи, представленного на рисунке, равна $\Delta\phi = 30$ В. Считая вольтметр идеальным, определите его показания, если $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом, $R_3 = 15$ Ом.



10. На дне водоема глубиной $h = 2$ м находится точечный источник света. Определите радиус «светового» круга на поверхности воды, образованного лучами, выходящими из воды. Показатель преломления воды $n = 1,33$.

2014

Председатель центральной методической комиссии по физике _____

Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

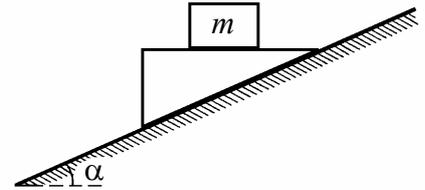
Председатель Координационного Совета
Российской аэрокосмической олимпиады школьников
_____ А.Н. Геращенко

I-й тур

Вариант №4

1. Если два велосипедиста одновременно выезжают из пунктов A и B навстречу друг другу, то встречаются через $\Delta t = 1$ ч. Если они одновременно выезжают из пункта A в пункт B с теми же скоростями, то первый велосипедист приезжает на $t_1 = 27$ мин раньше второго. Во сколько раз средняя скорость первого велосипедиста больше средней скорости второго?

2. С наклонной плоскости с углом при основании $\alpha = 30^\circ$ соскальзывает без трения клин, верхняя грань которого горизонтальна (см. рисунок). На клине покоится брусок массой $m = 200$ г. Определите силу трения между бруском и поверхностью клина.



3. Движущийся шар сталкивается с неподвижным шаром, масса которого в $k = 3$ раза больше. После абсолютно упругого центрального соударения шары разлетелись в противоположные стороны. Определите отношение скоростей шаров после удара.

4. В доверху наполненной водой чаше плавает кусок льда массой m . Сколько воды выльется из чаши, когда половина льда растает? Ответ обосновать.

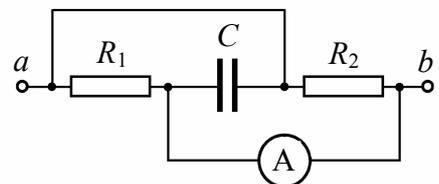
5. На горизонтальной подставке лежит шайба массой $m = 200$ г. Подставка совершает гармонические колебания в вертикальной плоскости с периодом $T = 0,5$ с и амплитудой $A = 4$ см. Определите максимальную силу давления шайбы на подставку.

6. Спутник погрузился в тень Земли. При этом температура воздуха внутри спутника понизилась на $\Delta T = 30$ К, из-за чего давление воздуха понизилось на $\Delta P = 10$ кПа. Определите массу воздуха в спутнике, если его объем $V = 1500$ м³. Молярная масса воздуха $\mu = 29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

7. В процессе нагревания $\nu = 0,5$ моль идеального одноатомного газа на $\Delta t = 27^\circ\text{C}$ давление газа изменялось прямо пропорционально объему. Определите изменение внутренней энергии и работу газа в данном процессе.

8. В двух соседних вершинах квадрата со стороной $a = 1$ м находятся одинаковые по величине разноименные точечные заряды величиной $q = 1$ нКл каждый. Определите величину напряженности электрического поля в двух других вершинах квадрата. Среда – вакуум.

9. Разность потенциалов между точками a и b участка цепи, представленного на рисунке, равна $\Delta\phi = 10$ В. Считая амперметр идеальным, определите его показания, если $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 10$ Ом.



10. На границе раздела двух оптически прозрачных сред происходит отражение и преломление световой волны, причем скорость распространения отраженной волны в $k = 1,4$ раза меньше скорости преломленной волны. Определите предельный угол полного внутреннего отражения для данных сред.

2014

Председатель центральной методической комиссии по физике _____

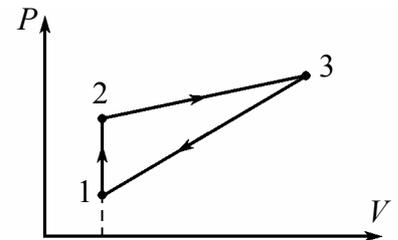
Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

Председатель Координационного Совета
Российской аэрокосмической олимпиады школьников
_____ А.Н. Герашенко

I-й тур

Вариант №5

1. Ребенок может бросить снежок на расстояние $S = 4$ м. Сможет ли этот ребенок забросить снежок на козырек подъезда высотой $h = 3$ м? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ обосновать.
2. При каком угле наклона к горизонту двухскатной крыши дома, симметричной относительно вертикальной плоскости, дождевая вода стечет с нее за минимальное время? Трением пренебречь. Учтите, что ширина дома постоянна.
3. Маленький шарик подбросили вертикально вверх со скоростью $v_0 = 10$ м/с. При подъеме шарик пробил горизонтальную пластину, находившуюся на высоте $h = 1$ м над точкой бросания, потеряв при этом половину своей кинетической энергии. На какую высоту над пластиной поднимется шарик? Сопротивлением воздуха пренебречь.
4. Со дна моря медленно с помощью троса с постоянной скоростью вытаскивают деревянную мачту затонувшего корабля, имеющую форму цилиндра длиной $L = 5$ м и площадью поперечного сечения $S = 10^3$ см². Когда над поверхностью моря оказалась треть длины мачты, трос оборвался. Определите максимальную силу натяжения, которую выдерживает трос. Плотность морской воды $\rho_0 = 1030$ кг/м³, плотность дерева $\rho = 900$ кг/м³.
5. На горизонтальной подставке лежит шайба. В момент времени $t = 0$ подставка начинает совершать гармонические колебания в горизонтальной плоскости с периодом $T = 1$ с и амплитудой $A = 10$ см. В какой момент времени шайба начнет скользить по поверхности подставки, если коэффициент трения между ними $\mu = 0,3$? Подставка начинает движение из положения равновесия.
6. В баллоне объемом $V = 50,2$ м³ находится идеальный газ при давлении $P_0 = 10^5$ Па. При увеличении температуры газа на $\Delta t = 30^\circ\text{C}$ давление изменилось на $\eta = 10\%$. Определите количество газа в баллоне.
7. Идеальный газ совершает циклический процесс 1–2–3–1, изображенный на рисунке. За цикл $\nu = 0,12$ моль газа совершают работу $A = 2014$ Дж. Определите отношение максимального и минимального объемов газа, если минимальная температура в цикле $T_{\min} = 310$ К, а давления в состояниях 1 и 2 отличаются в $n = 2$ раза.
8. Плоский воздушный конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ подключен к источнику с ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В. Внутри конденсатора, параллельно его обкладкам, поместили плоскую металлическую пластину. Какой заряд прошел при этом через источник? Толщина пластины равна половине расстояния между обкладками. Площади обкладок и пластины одинаковы.
9. Для измерения ЭДС источника тока к нему подсоединяют вольтметр. Показания вольтметра принимают за ЭДС источника. Определите, во сколько раз реальное значение ЭДС источника отличается от показаний вольтметра, если внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, а внутреннее сопротивление вольтметра $R_V = 200$ Ом.
10. На дне водоема лежит небольшой камень. Мальчик хочет попасть в него концом палки. Прицеливаясь, мальчик держит палку в воздухе под углом $\varphi = 45^\circ$ к поверхности воды. На каком расстоянии от камня палка воткнется в дно водоема, если его глубина $h = 40$ см? Показатель преломления воды $n = 1,33$.



2014

Председатель центральной методической комиссии по физике _____

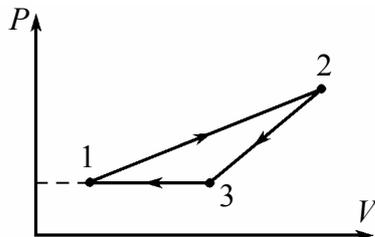
Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

Председатель Координационного Совета
Российской аэрокосмической олимпиады школьников
_____ А.Н. Геращенко

I-й тур

Вариант №6

1. Подучив физику, два школьника устроили соревнования по дальности бросания снежков из положения «лёжа». Оба бросили правильно, но снежок одного школьника улетел в $n = 1,69$ раза дальше, чем снежок другого. Во сколько раз отличались скорости, с которыми бросили снежки школьники? Сопротивлением воздуха пренебречь.
2. Ледяная горка имеет угол наклона к горизонту $\alpha = 10^\circ$. Удастся ли мальчику пройти вверх по горке, если коэффициент трения подошв обуви мальчика о лед $\mu = 0,1$? Ответ обосновать.
3. Тело брошено вертикально вверх со скоростью $v_0 = 19,6$ м/с. Через какой минимальный промежуток времени после броска потенциальная энергия тела станет в три раза больше кинетической энергии? Сопротивлением воздуха пренебречь.
4. При ремонте лодки-плоскодонки (дно лодки плоское, борта – вертикальные) ее дно снаружи оклеили слоем пластика. После спуска лодки на воду оказалось, что высота надводной части лодки уменьшилась на $\Delta h = 1,8$ см. Определите толщину слоя пластика. Плотность воды $\rho_1 = 10^3$ кг/м³, плотность пластика $\rho_2 = 1,6 \cdot 10^3$ кг/м³.
5. На горизонтальной подставке лежит монета. В момент времени $t = 0$ подставка начинает совершать гармонические колебания в вертикальной плоскости с циклической частотой $\omega = 20$ рад/с и амплитудой $A = 5$ см. В какой момент времени произойдет отрыв монеты от подставки? Подставка начинает движение из крайнего нижнего положения.
6. Ребенку подарили воздушный шарик, надутый гелием. Объем шарика $V = 0,03$ м³, масса его оболочки $m_1 = 5$ г, масса гелия в нем $m_2 = 2,5$ г. С какой минимальной силой должен ребенок удерживать нить, чтобы шарик не улетел? Атмосферное давление $P_0 = 10^5$ Па, температура окружающего воздуха $T = 300$ К, молярная масса воздуха $\mu = 0,029$ кг/моль.
7. Идеальный газ совершает циклический процесс 1–2–3–1, изображенный на рисунке. За цикл $\nu = 0,5$ моль газа совершает работу $A = 2014$ Дж. Отношение максимального и минимального давлений газа в цикле равно $n = 2$, а объемы в состояниях 1 и 3 отличаются в $k = 3$ раза. Определите минимальную температуру газа в цикле.
8. Обкладки плоского воздушного конденсатора, подключенного к источнику постоянного напряжения, притягиваются друг к другу с некоторой силой. Внутри конденсатора, параллельно его обкладкам, поместили плоскую металлическую пластину, толщина которой в два раза меньше расстояния между обкладками. Во сколько раз изменилась сила притяжения обкладок? Площади обкладок и пластины одинаковы.
9. Вольтметр с очень большим внутренним сопротивлением подключен к источнику ЭДС. Когда параллельно вольтметру подключили сопротивление $R = 15$ Ом, показание вольтметра уменьшилось в $n = 1,5$ раза. Определите внутреннее сопротивление источника ЭДС.
10. Водолаз, находясь в воде, видит Солнце под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали. На какой угол изменится для водолаза направление на Солнце, если он выйдет из воды? Показатель преломления воды равен $n = 1,33$.



2014

Председатель центральной методической комиссии по физике _____
