

Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

Председатель Координационного Совета

Российской аэрокосмической олимпиады школьников

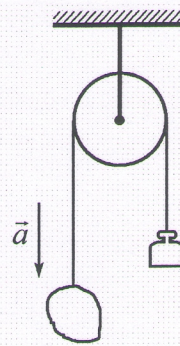
А.Н. Геращенко

II-й тур

11-й класс

Вариант №1

1 (20 баллов). Космический путешественник собирается отправиться на Луну. У него есть пружинные весы и гиря массой $m = 1$ кг. Если подвесить эту гирию на пружине весов на Земле, то они покажут вес P . Опустившись на некотором участке лунной поверхности, где ускорение силы тяжести точно не известно (известно лишь, что оно меньше половины земного), космонавт подбирает камень и подвешивает его на пружине весов, которые показывают такой же вес P . Затем он подвешивает гирию и камень на нити, перекинутой через блок (см. рисунок), и обнаруживает, что камень опускается с ускорением $a = 1,2$ м/с². Определите массу камня. Массой блока, нити и трением пренебречь. Нить нерастяжима.

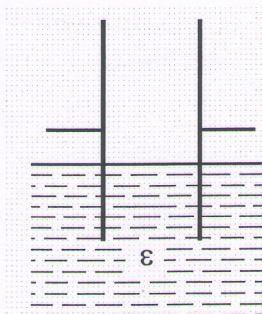


2 (30 баллов). В длинном прямом горизонтальном желобе на расстояниях $l = 1$ см друг от друга лежат $n = 2011$ маленьких шариков. Шарики расположены в порядке убывания их масс. Массы соседних шариков отличаются друг от друга на $\alpha = 1\%$. Самому тяжелому шарiku сообщили скорость $v_1 = 1$ см/с в направлении остальных шариков. Считая все удары упругими и центральными, найдите время, через которое начнет двигаться самый легкий шарик. Трения нет. Временем соударения шариков друг с другом пренебречь.

3 (15 баллов). Закрытый с торцов цилиндр длиной $l = 60$ см расположен горизонтально. Внутри цилиндр разделен на две части тонким поршнем. При поршне, застопоренном посередине сосуда, обе его половины заполнены газом, причем в одной половине давление газа в $n = 2$ раза больше, чем во второй. На какое расстояние передвинется поршень, если снять стопор? Температуру считать постоянной. Трения нет.

4 (10 баллов). На реактивном самолете установлен двигатель мощностью $N = 5900$ кВт. Удельная теплота сгорания топлива, используемого на самолете, $q = 46,2$ МДж/кг. Определите массу топлива, расходуемого за $\Delta t = 1$ ч полета, если КПД двигателя самолета $\eta = 23\%$.

5 (15 баллов). Плоский воздушный конденсатор заряжен до напряжения $U = 100$ В и отключен от источника. Обкладки конденсатора расположены вертикально. Определите, какое напряжение установится между обкладками, если конденсатор погрузить в керосин на $n = 1/3$ его объема так, как показано на рисунке. Диэлектрическая проницаемость керосина $\epsilon = 2$.



6 (10 баллов). Определите увеличение изображения Солнца, даваемого собирающей линзой с фокусным расстоянием $F = 1,5$ м. Расстояние от Земли до Солнца принять равным $d = 1,5 \cdot 10^8$ км.

2011

Председатель центральной методической комиссии по физике

А.Н. Геращенко

Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

Председатель Координационного Совета

Российской аэрокосмической олимпиады школьников

А.Н. Геращенко

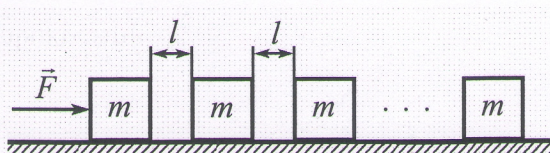
II-й тур

11-й класс

Вариант №2

1 (20 баллов). Космонавт для определения своей массы в состоянии невесомости использует подвижное сиденье известной массы $m_0 = 10$ кг, прикрепленное к пружине, и электронный секундомер. Результаты измерений показали, что при одной и той же начальной деформации (сжатии) пружины пустое сиденье возвращается в исходное положение через время t_0 , если же на кресле находится космонавт – через время t . Определите массу космонавта, если $t = 30$ мс, $t_0 = 10$ мс.

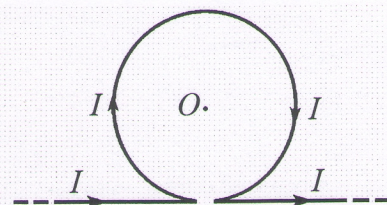
2 (30 баллов). На гладкой горизонтальной поверхности вдоль одной прямой на равных расстояниях $l = 1$ см друг от друга расположены 2011 брусков массой $m = 10$ г каждый (см. рисунок). К первому бруску приложили постоянную горизонтальную силу $F = 1$ Н в направлении остальных брусков. Определите скорости брусков после последнего соударения. Соударения брусков абсолютно неупругие.



3 (15 баллов). Три одинаковых сосуда соединены между собой тонкими трубками с кранами. Первый сосуд содержит идеальный газ массой $m_1 = 20$ г, третий – такой же газ массой $m_2 = 10$ г, во втором сосуде – вакуум. Сначала соединяют второй и третий сосуды, и когда газ приходит в равновесное состояние, второй сосуд отсоединяют от третьего и соединяют с первым. В результате во втором сосуде установилось давление $P = 10$ кПа. Найдите первоначальное давление в первом сосуде. Температуру считать постоянной.

4 (15 баллов). В комнате на столе стоят два одинаковых стакана. В первый стакан наливают $m_1 = 200$ г воды при температуре $t = 0^\circ\text{C}$, а во второй кладут $m_{\text{л}} = 10$ г льда при той же температуре и наливают $m_2 = 190$ г воды при температуре $t = 0^\circ\text{C}$. Через время $\tau_1 = 2$ мин температура воды в первом стакане увеличилась на $\Delta t = 1^\circ\text{C}$. Через какое время после заполнения вода во втором стакане также нагреется на $\Delta t = 1^\circ\text{C}$? Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·К), удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. Теплоемкостью стаканов пренебречь.

5 (10 баллов). Очень длинный провод, по которому течет постоянный ток I , имеет петлю в форме кольца (см. рисунок). Индукция магнитного поля в центре O кольца $B = 10^{-7}$ Тл. При этом само кольцо в точке O создает поле с индукцией $B_0 = 10^{-6}$ Тл. Какой будет индукция магнитного поля в этой же точке, если провод выпрямить и расположить на месте прямого участка провода с кольцом?



6 (10 баллов). Со спутника, летящего по круговой орбите на высоте $h = 500$ км, фотографируют ночной город. Наименьшее расстояние между изображениями двух точек, при котором эти изображения не сливаются, равно $\Delta h = 0,005$ мм. При каком наименьшем расстоянии между уличными фонарями их изображения на снимке получатся отдельными? Фокусное расстояние объектива фотоаппарата $F = 5$ см.

2011

Председатель центральной методической комиссии по физике

В. Демин

Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

Председатель Координационного Совета
Российской аэрокосмической олимпиады школьников

А.Н. Геращенко

II-й тур

11-й класс

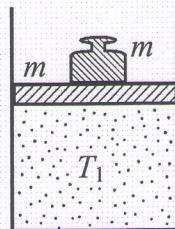
Вариант №3

1 (15 баллов). Космический путешественник отправился на неизвестную планету. У него есть доска и брусок. По измерениям, проведенным на Земле, брусок соскальзывал с доски, установленной под некоторым углом α к горизонту, за $\Delta t_1 = 1$ с. Космонавт устанавливает доску на поверхности неизвестной планеты под таким же углом α к горизонту и измеряет время соскальзывания бруска с той же точки на доске, что и на Земле. При этом космонавт обнаруживает, что время соскальзывания бруска уменьшилось до $\Delta t_2 = 0,8$ с. Определите ускорение силы тяжести на данной планете.

2 (10 баллов). Космический корабль перед отделением последней ступени ракеты-носителя имел скорость v . После отделения последней ступени скорость корабля стала равной $1,01v$, при этом отделившаяся ступень удаляется относительно корабля со скоростью $0,04v$. Определите массу последней ступени, если масса корабля $M = 3$ т. После отделения ступени направление движения корабля не изменилось.

3 (10 баллов). Атмосфера Венеры почти полностью состоит из углекислого газа. Температура у поверхности планеты около $t = 500^\circ\text{C}$, а давление – примерно $P = 10^7$ Па. Какой объем должен иметь исследовательский зонд массой $m = 10^3$ кг, чтобы плавать в нижних слоях атмосферы Венеры? Молярная масса углекислого газа $\mu = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

4 (20 баллов). В вертикальном открытом сверху цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ при температуре $T_1 = 400$ К. На поршне стоит гиря массой, равной массе поршня (см. рисунок). Гирю быстро снимают. Найдите температуру газа после установления нового равновесия поршня. Теплоемкостями поршня и цилиндра пренебречь. Давление над поршнем не учитывать. Трения нет. Система теплоизолирована.



5 (30 баллов). Для того чтобы сложить вместе две тонкие одинаковые заряженные пластины, которые были удалены друг от друга на бесконечно большое расстояние, необходимо совершить минимальную работу $A = 10^{-6}$ Дж. Какую минимальную работу надо совершить, чтобы сложить вместе $n = 2011$ таких пластин? Заряды всех пластин одинаковы.

6 (15 баллов). Внутренняя поверхность конуса, покрытая отражающим слоем, образует коническое зеркало. Вдоль оси конуса внутри него расположены точечные источники света. При каком минимальном угле раствора конуса лучи, идущие от источников, будут отражаться от поверхности конуса не более одного раза?

2011

Председатель центральной методической комиссии по физике

Б. Давид

Российская аэрокосмическая олимпиада школьников по физике

Председатель Координационного Совета

Российской аэрокосмической олимпиады школьников

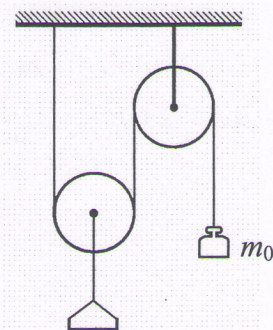
А.Н. Геращенко

II-й тур

11-й класс

Вариант №4

1 (20 баллов). Космический путешественник собирается отправиться на Марс. У него есть установка, представленная на рисунке, и набор гирь. Чтобы чаша, подвешенная к подвижному блоку, находилась в равновесии, к свободному концу нити космонавт подвесил гирию массой $m_0 = 1$ кг. Опустившись на поверхность Марса, космонавт кладет на чашу гирию массой $m = 0,5$ кг и обнаруживает, что гирия, подвешенная к свободному концу нити, поднимается с ускорением $a = 0,57$ м/с². Определите ускорение силы тяжести на Марсе. Массой блоков, нитей и трением пренебречь. Нити вертикальны.



2 (15 баллов). Космический корабль должен изменить курс и двигаться с прежней по модулю скоростью $v = 7000$ м/с под углом $\alpha = 6^\circ$ к первоначальному направлению полета. На какое время нужно включить маневровый двигатель с силой тяги $F = 10^7$ Н для выполнения этого маневра, если масса корабля $M = 50$ т?

3 (10 баллов). 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.

4 (30 баллов). В закрытом вертикальном теплоизолированном цилиндре находится тонкий тяжелый теплопроводящий поршень. Первоначально поршень закреплен посередине сосуда, и по обе стороны от поршня находятся одинаковые количества гелия при температуре $T = 300$ К и давлении $P = 10^5$ Па. Затем поршень освободили. Когда поршень остановился в положении равновесия, разность давлений гелия в нижней и верхней частях сосуда составила $\Delta P = 10^3$ Па. На сколько градусов изменилась температура газа? Теплоемкостями цилиндра и поршня пренебречь. Трения нет.

5 (10 баллов). 2011 одинаковых маленьких капель ртути заряжены до одинакового потенциала $\varphi = 0,01$ В. Определите потенциал большой капли, получившейся в результате слияния всех маленьких капель. Форму любой капли считать шарообразной.

6 (15 баллов). При помутнении хрусталика глаза людям делают операцию по замене естественного хрусталика искусственным. Искусственный хрусталик позволяет видеть удаленные предметы, но не может аккомодироваться на предметы, расположенные вблизи. Какой оптической силы должны быть очки, чтобы человек после подобной операции мог читать книгу, держа ее на расстоянии $d = 25$ см?

2011

Председатель центральной методической комиссии по физике

А.Н. Геращенко