

2013/2014

**МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ
отборочного этапа
олимпиады школьников «Наследники Левши»
по физике**

1 вариант

Тула 2014



ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14

Отборочный этап
8 класс



1. Сплошное однородное тело, будучи погружено в жидкость с плотностью $\rho_1 = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, весит $P_1 = 1,6 \text{ Н}$, а в жидкости с плотностью $\rho_2 = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ весит $P_2 = 2 \text{ Н}$. Определить плотность этого тела.
2. Тело падает без начальной скорости с высоты $H = 8 \text{ м}$. На какой высоте скорость тела будет в два раза меньше, чем в момент падения на землю?
3. Самолет летит на высоте $h = 1500 \text{ м}$ со скоростью $\mathcal{G} = 200 \text{ м/с}$, направленной горизонтально. Из орудия производят выстрел по самолету в момент, когда самолет находится на одной вертикали с орудием. Под каким углом следует произвести выстрел, чтобы попасть в самолет, если скорость снаряда $\mathcal{G}_0 = 400 \text{ м/с}$. Сопротивление воздуха и силу тяжести не учитывать.
4. Груз, массы $m = 400 \text{ г}$ подвешивают в воздухе на пружине с жесткостью $k = 200 \text{ Н/м}$, при этом пружина растягивается на $\Delta \ell_1 = 2 \text{ см}$. Если груз на той же пружине погрузить в воду ($\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$), то растяжение пружины будет $\Delta \ell_2 = 1 \text{ см}$. Найти плотность материала, из которого сделан груз.
5. В цистерне на высоте $h = 1 \text{ м}$ от дна находится отверстие площадью $S = 0,2 \text{ см}^2$, заткнутое пробкой. До какой высоты H можно наливать воду в эту цистерну, если пробка удерживается силой трения $F = 4 \text{ Н}$? Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, атмосферное давление $P_0 = 10^5 \text{ Па}$.

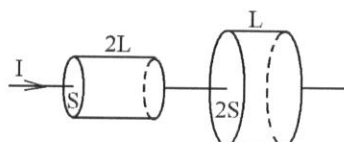


ФГБОУ ВПО
«Тул'sкий государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14

Отборочный этап

9 класс



1. Два проводника, изготовленные из одинакового материала, соединили последовательно. Размеры проводников указаны на рисунке. После пропуска тока в течение времени $\tau = 1 \text{ час}$ первый проводник нагрелся до температуры $t_1 = 40^\circ \text{C}$. До какой

температуры нагрелся второй проводник, если комнатная температура $t = 20^\circ \text{C}$?

2. При изготовлении льда в комнатном холодильнике температура воды за 5 минут понизилась от $t_1 = 16^\circ \text{C}$ до $t_2 = 12^\circ \text{C}$ и ещё через 1 час 55 мин вода превратилась в лёд. Найти удельную теплоту кристаллизации воды.

Удельная теплоемкость льда $c_1 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$, удельная теплоемкость воды

$$c_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}.$$

3. Луч света падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Под каким углом к горизонту надо поставить плоское зеркало, чтобы отраженный луч пошел вертикально вверх? Ответ пояснить рисунком.

4. Между двумя столбами, расположенными на расстоянии $2L$ друг от друга, закреплен резиновый шнур так, что он располагается горизонтально. Коэффициент упругости шнура $k = 46 \text{ Н/м}$, его естественная длина в нерастяннутом состоянии равна расстоянию между столбами. Весом шнура пренебречь, его деформацию считать упругой. Если на середине шнура повесить гирю массы $m = 0,5 \text{ кг}$, то шнур провисает на $h = 0,5 \text{ м}$. Найти длину шнура $2L$.

5. На дистанции S одновременно стартуют два бегуна А и В. Бегун А пробегает первую половину пути со скоростью $v_1 = 4 \text{ м/с}$, а вторую со скоростью $v_2 = 6 \text{ м/с}$. Бегун В первую половину времени, затраченного на преодоление всей дистанции, пробегает со скоростью $v_1 = 4 \text{ м/с}$, а вторую со скоростью $v_2 = 6 \text{ м/с}$. Бегун В финиширует раньше на $12,5 \text{ с}$. На сколько метров он обгонит бегуна А в момент финиша?



ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14



Отборочный этап
10 класс

1. Две секции нагревателя электрического чайника изготовили из проволок одинаковых размеров, одна из которых железная, а другая медная. В чайник налили 3 л воды при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$. Если включают секцию из железной проволоки, то через 5 минут температура воды изменяется на $\Delta t_1 = 15^\circ\text{C}$. На сколько градусов изменится температуры воды, если вместо железной включить медную секцию на то же время и с той же начальной температурой воды? Удельные сопротивления железа и меди $\rho_1 = 9,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ и $\rho_2 = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.
2. Вследствие ряда последовательных α и β - распадов уран ${}_{92}\text{U}^{238}$ превращается в свинец ${}_{82}\text{Pb}^{206}$. Каково общее количество распадов при этом превращении?
3. Тормозной путь автомобиля при движении по горизонтальному участку дороги с начальной скоростью $v_0 = 54 \text{ км/ч}$ составляет 19 м. На подъеме с каким уклоном α автомобиль еще может удерживаться тормозами?
4. Граната массой 3 м, летящая горизонтально со скоростью $v = 10 \text{ м/с}$, разрывается на 2 осколка. Осколок массой 2 м после взрыва летит вертикально вниз со скоростью $v_1 = 4 \text{ м/с}$. Найти скорость второго осколка.
5. Дюговая лампа горит под напряжением 50 В и потребляет мощность 500 Вт. Найти сопротивление лампы.



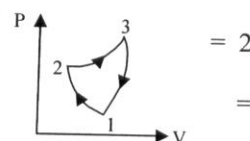
ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14

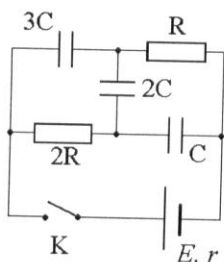


Отборочный этап
11 класс

1. Термодинамическая система совершает циклический процесс, состоящий из трех процессов 1-2, 2-3 и 3-1 с постоянными теплоемкостями C_{12} Дж/К, $C_{23} = 6$ Дж/К и $C_{31} = 8$ Дж/К соответственно. Найти температуру системы в состоянии 3, если в состояниях 1 и 2 ее температура равна $T_1 = 300$ К и $T_2 = 250$ К соответственно, а к.п.д. всего цикла равен 20%.

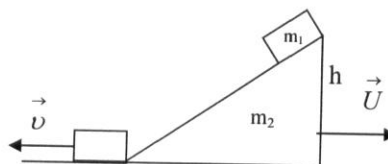


2. Между двумя параллельными, вертикально расположенными диэлектрическими пластинами создано однородное электрическое поле напряженностью $E = 2,5 \cdot 10^5$ В/м. Между пластинами помещен шарик на расстоянии $d = 0,5$ см от правой пластины и $b = 2,5$ см от левой. Заряд шарика $q = -20$ пКл, масса $m = 10$ мг. Шарик освобождают, и он начинает двигаться. На сколько успеет сместиться шарик по вертикали до удара об одну из пластин? Пластины имеют достаточно большой размер и находятся в поле силы тяжести Земли.



3. В схеме на рисунке ключ К разомкнут, а конденсаторы не заряжены. Ключ К замыкают. Какой заряд пройдет через источник ЭДС зарядки конденсаторов? ЭДС источника $E = 20$ В, $r = R = 4$ Ом, $C = 5$ мкФ.

4. Клин массы $m_2 = 2$ кг находится на идеально гладкой горизонтальной плоскости. На клине лежит брусок массы $m_1 = 0,5$ кг, который под действием силы тяжести может скользить по клину без трения. Наклонная плоскость клина имеет плавный переход к горизонтальной плоскости. В начальный момент система покоилась. Найти скорость клина в тот момент, когда брусок с высоты $h = 1$ м соскользнет на плоскость.



5. Маховик вращается с частотой 180 оборотов в минуту. После выключения, вращаясь равномерно замедленно, до остановки он сделал 25 оборотов. Определите время с момента выключения до полной остановки.

Ответы к заданиям 1 варианта:

ОТВЕТЫ	1 задача	2 задача	3 задача	4 задача	5 задача
8 класс	800 кг/м ³	6 м	60 ⁰	2000 кг/м ³	11м
9 класс	25 ⁰	3,35· 10 ⁵ Дж/кг	60 ⁰	2 м	75 м
10 класс	100 ⁰ С	20	30 ⁰	31 м/с	5 Ом
11 класс	344К	9,8 см	600 мкКл	0,99 м	16,7 с

МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ
отборочного этапа
олимпиады школьников «Наследники Левши»
по физике

2 вариант

Тула 2014



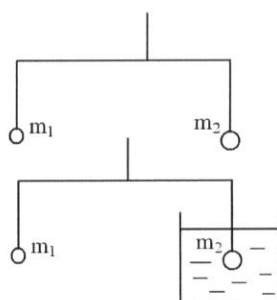
ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14



Отборочный этап
8 класс

1. Самолет летит на высоте $h = 2000 \text{ м}$ со скоростью $v = 150 \text{ м/с}$, направленной горизонтально. Из орудия производят выстрел по самолету в момент, когда самолет находится на одной вертикали с орудием. Под каким углом к горизонту следует произвести выстрел, чтобы попасть в самолет, если скорость снаряда $v_0 = 300 \text{ м/с}$. Сопротивление воздуха и силу тяжести не учитывать.



2. Грузы массами $m_1 = 1 \text{ кг}$ и $m_2 = 3 \text{ кг}$ подвешены на концах тонкого легкого стержня длиной 1 м . Стержень находится в равновесии. Второй груз опускают в воду. На сколько см потребуется сдвинуть точку подвеса стержня, чтобы равновесие сохранилось? Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, объем тела $V = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$.

3. Тело, в жидкости с плотностью $\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$, висит неподвижно на глубине $h = 10 \text{ см}$. При этом оно полностью погружено в жидкость. Если это тело погрузить в воду с плотностью $\rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$, то оно будет плавать на поверхности. Какая часть объема тела находится при этом в воде?

4. Тело падает без начальной скорости с некоторой высоты $H = 8 \text{ м}$. Во сколько раз скорость тела в момент падения на землю больше, чем на высоте $h = 6 \text{ м}$?

5. Тело подвешивают в воздухе на пружине с жесткостью $k = 200 \text{ Н/м}$, при этом пружина растягивается на $\Delta \ell_1 = 2 \text{ см}$. Если тело на той же пружине погрузить в воду ($\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$), то растяжение пружины будет $\Delta \ell_2 = 1 \text{ см}$. Плотность тела $\rho_2 = 2000 \text{ кг/м}^3$. Найти объем тела.



ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14



Отборочный этап
9 класс

1. На расстоянии $S = 520 \text{ м}$ от поезда, двигавшегося со скоростью $v = 72 \text{ км/час}$, включился красный сигнал светофора. Поезд останавливается, тормозя с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$. На каком расстоянии от светофора остановится локомотив?

2. Искусственный спутник Земли движется по круговой орбите со скоростью $v = 7,5 \text{ км/с}$. Определить, на какой высоте относительно поверхности Земли он находится, если известно, что ускорение свободного падения вблизи поверхности Земли $g = 10 \text{ м/с}^2$, а радиус Земли $R = 6370 \text{ км}$.

3. Две одинаковые ледяные пули массой $m = 10 \text{ г}$ каждая летят по одной прямой навстречу друг другу с одинаковой скоростью. Какой должна быть эта скорость, чтобы при столкновении пули испарились, если их температура $t_1 = -10^\circ \text{C}$? Считать, что потери энергии в окружающую среду отсутствуют.

Удельная теплоемкость льда $c_1 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, удельная теплоемкость воды

$c_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$, удельная теп-

лота парообразования воды $r = 22,6 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.

4. Две секции нагревателя электрического чайника изготовили из проволок одинаковых размеров, одна из которых железная, а другая медная. В чайник налили 2 л воды при температуре $t_1 = 0^\circ \text{C}$. Если включают секцию из железной проволоки, то через 10 минут температура воды изменяется на $\Delta t_1 = 20^\circ \text{C}$. Насколько изменится температуры воды, если вместо железной включить медную секцию на то же время и с той же начальной температурой воды? Удельные сопротивления железа и меди $\rho_1 = 9,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ и $\rho_2 = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

5. Перед плоским зеркалом, составляющим с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$, расположен карандаш так, что его изображение в зеркале лежит в горизонтальной плоскости. Под каким углом друг к другу расположены карандаш и его изображение в зеркале?



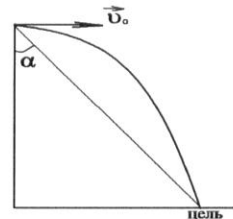
ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ»
по физике 2013/14

Отборочный этап
10 класс



1. Самолет летит на высоте $h = 500$ м по горизонтальной прямой со скоростью $v_0 = 100$ м/с. Летчик должен сбросить бомбу в цель, лежащую впереди самолета. Под каким углом α к вертикали он должен видеть цель в момент сбрасывания бомбы?



2. Определить радиус круговой орбиты искусственного спутника Земли, если он, вращаясь в плоскости экватора с запада на восток, кажется с Земли неподвижным. Радиус Земли принять равным $R = 6400$ км, ускорение свободного падения вблизи поверхности Земли $g = 10$ м/с².

3. Граната массой 3 м, летящая горизонтально, разрывается на 2 осколка. Осколок массой 2 м после взрыва летит вертикально вниз со скоростью $v_1 = 4$ м/с. Скорость второго осколка $v_2 = 31$ м/с. Определить скорость гранаты до взрыва.

4. Какой заряд пройдет по проводнику с сопротивлением $R = 10$ Ом, за время $t = 20$ с, если к его концам приложено напряжение $U = 12$ В?

5. Во сколько раз число нейтронов в ядре урана ${}_{92}^{238}\text{U}$ больше числа протонов?



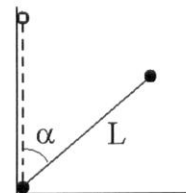
ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14



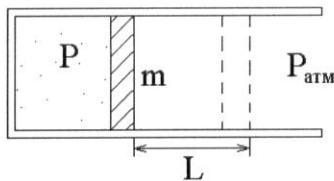
Отборочный этап
11 класс

1. К концам легкого стержня длины $L = 50$ см прикреплены два маленьких шарика массой $m = 400$ г каждый. Стержень поставили на пол вплотную к стене и отпустили его. Он начинает падать из вертикального положения находясь все время в вертикальной плоскости, перпендикулярной стене (см. рис.). Найти силу давления стержня на стену в момент, когда угол α с вертикалью составит 45° . Силой трения во время движения пренебречь. $g = 10$ м/с².



2. Начальная фаза гармонических колебаний равна нулю. При смещении точки от положения равновесия на величину $x_1 = 2,4$ см скорость точки равна $v_1 = 3$ см/с, а при смещении на $x_2 = 2,8$ см ее скорость будет равна $v_2 = 2$ см/с. Найти амплитуду и период колебаний.

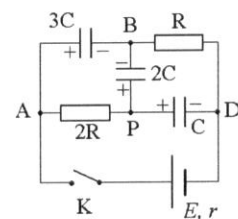
3. Колесо вращается с угловым ускорением 2 рад/с². Определить радиус колеса, если через время $t = 1$ с после начала движения полное ускорение колеса стало равно 150 см/с².



4. В горизонтальном цилиндрическом сосуде с гладкими стенками с помощью поршня площадью $S = 1000$ см² было сжато $\nu = 3$ моль гелия до давления в 5 раз большего внешнего атмосферного, при этом температура гелия стала равной 127°C . Если поршень отпустить, то он будет совершать колебания, в процессе которых минимальное давление гелия отличается в 10 раз от максимального. Найти расстояние, пройденное поршнем от

начального положения до первой остановки. Цилиндр и поршень сделаны из теплонепроницаемого материала. Атмосферное давление равно $P_{\text{атм}} = 10^5$ Па, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/моль·К.

5. В схеме на рисунке ключ К разомкнут, а конденсаторы не заряжены. Ключ К замыкают. Какой заряд пройдет через источник ЭДС зарядки конденсаторов? ЭДС источника $E = 20$ В, $r = R = 4$ Ом, $C = 5$ мкФ.



Ответы к заданиям 2 варианта:

ОТВЕТЫ	1 задача	2 задача	3 задача	4 задача	5 задача
8 класс	60^0	3 см	0,8	2	$2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$
9 класс	20 м	840 км	2,4–2,5 км/с	100^0	120^0
10 класс	63^0 ($\text{tg}\alpha = 2$)	42400 км	10 м/с	24 Кл	1,6
11 класс	0,343 Н	A=0,03 м, T=4,1 с	0,34 м	0,786 м	600 мкКл

МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ
заключительного этапа
олимпиады школьников «Наследники Левши»
по физике

Тула 2014



ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14

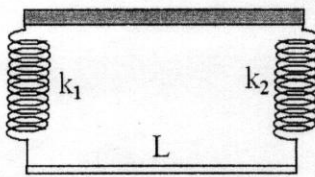


Заключительный этап
8 класс

Вариант 1

1. Из пункта А в пункт В с интервалом времени $\Delta t_1 = 0,6 \text{ мин}$ вышли два автомобиля с одинаковыми скоростями $v = 72 \text{ км/ч}$. С какой скоростью в том же направлении двигался третий автомобиль, если он нагнал эти автомобили с интервалом времени $\Delta t_2 = 1 \text{ мин}$?

2. Стальной кубик плавает в воде, погружившись на 75%. Масса кубика $m = 4 \text{ кг}$. Внутри кубика имеется полость. Найти объем этой полости. Плотность воды $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$, плотность стали $\rho_2 = 7800 \text{ кг/м}^3$.



3. Лёгкий стержень длиной $L = 1 \text{ м}$ подвешен на двух пружинах одинаковой длины (см. рисунок). Жёсткость первой пружины $k_1 = 6 \text{ Н/м}$, второй $k_2 = 4 \text{ Н/м}$. На стержень садится воробей. На каком расстоянии от первой пружины он сел, если стержень остался в горизонтальном положении.

4. В калориметр с $m_1 = 0,10 \text{ кг}$ льда при $t_1 = 0^\circ \text{C}$ впущен пар температура которого $t_2 = 100^\circ \text{C}$. Какая масса воды окажется в калориметре непосредственно после того как весь лед растает? Удельная теплоемкость воды $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$, удельная

теплота парообразования воды $r = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$, удельная теплота плавления льда

$\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$. Теплоемкостью сосуда и потерями теплоты пренебречь.

5. Какая работа затрачена на подъем груза массой $m = 1500 \text{ кг}$ с помощью гидравлического пресса, если при этом малый поршень переместился на $\ell_2 = 40 \text{ см}$? Площадь малого поршня в 20 раз меньше площади большого. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



ФГБОУ ВПО
«Тул'sкий государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14



Заключительный этап
8 класс

Вариант 2

1. Два автомобиля выходят из одного пункта с одинаковыми скоростями $v = 20 \text{ м/с}$ в одном направлении с интервалом времени $\Delta t_1 = 0,9 \text{ мин}$. Через некоторое время по тому же маршруту отправился третий автомобиль со скоростью $v_3 = 32 \text{ м/с}$. Найти время Δt_2 между его встречей со вторым и первым автомобилями.
2. Полый шар, отлитый из чугуна, плавает в воде, погрузившись наполовину. Найти объем внутренней полости шара, если масса шара $m = 5 \text{ кг}$, плотность воды $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$, плотность чугуна $\rho_2 = 7800 \text{ кг/м}^3$.
3. Три шарика, массы которых равны $m_1 = 1 \text{ г}$, $m_2 = 2 \text{ г}$ и $m_3 = 3 \text{ г}$ укреплены на невесомом стержне так, что их центры находятся на расстоянии $a = 12 \text{ см}$ друг от друга. На каком расстоянии от первого шара надо подвесить стержень, чтобы система находилась в равновесии в горизонтальном положении?
4. В сосуд, содержащий $m_1 = 10 \text{ кг}$ воды при температуре $t_1 = 20^\circ \text{C}$ вводится $m_2 = 0,2 \text{ кг}$ пара при температуре $t_2 = 100^\circ \text{C}$, который полностью превращается в воду. Определите конечную температуру воды. Теплоемкостью сосуда и потерями теплоты пренебречь. Удельная теплоемкость воды $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$, удельная теплота парообразования воды $r = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.
5. Груз массой $m = 1500 \text{ кг}$ поднимают с помощью гидравлического пресса. Малый поршень переместился на расстояние $\ell_2 = 40 \text{ см}$? Площадь малого поршня в 20 раз меньше площади большого. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Определить силу, приложенную к малому поршню.



ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14



Заключительный этап
8 класс

Вариант 3

1. Два автомобиля выходят из одного пункта в одном направлении с одинаковыми скоростями с интервалом $\Delta t_1 = 0,8 \text{ мин}$. Третий автомобиль отправляется за ними со скоростью $v_3 = 30 \text{ м/с}$ и нагоняет их с интервалом времени $\Delta t_2 = 1,2 \text{ мин}$. Найти скорости первых двух автомобилей.
2. Легкий стержень длиной $L = 2 \text{ м}$ подвешен за края на двух пружинах одинаковой длины. При этом стержень расположен горизонтально. На расстоянии $0,8 \text{ м}$ от первой пружины подвешен груз массой 200 г . Жёсткость первой пружины $k_1 = 6 \text{ Н/м}$. Найти жёсткость второй пружины, если стержень после подвешивания груза остался в горизонтальном положении.
3. Вес некоторого тела в воздухе в три раза больше, чем в воде. Чему равна плотность этого тела, если плотность воды $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$?
4. В калориметр, содержащий $m_1 = 2 \text{ кг}$ льда при температуре $t_1 = -5^\circ \text{C}$, добавили $m_2 = 0,2 \text{ кг}$ воды при температуре $t_2 = 5^\circ \text{C}$. Определите массу льда в калориметре после установления теплового равновесия. Теплоёмкостью сосуда и потерями теплоты пренебречь. Удельная теплоёмкость льда $c_1 = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$, удельная теплоёмкость воды $c_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$, удельная теплота парообразования воды $r = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$.
5. На подъем груза массой $m = 1500 \text{ кг}$ с помощью гидравлического пресса затрачена работа 300 Дж . Площадь малого поршня в 20 раз меньше площади большого. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. На какое расстояние сместился при этом малый поршень?

Ответы к заданиям 8 класса по вариантам:

Ответы	1 задача	2 задача	3 задача	4 задача	5 задача
1 вариант	32 м/с	$4,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$	0,4 м	112 г	300 Дж
2 вариант	1,5 мин	$9,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$	16 см	32°C	750Н
3 вариант	18 м/с	$k_2 = 4 \text{ Н/м}$	1500 кг/м^3	$\rho_2 = 2,05 \text{ кг}$	$l_2 = 40 \text{ см}$



ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»

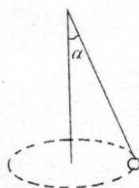
Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14



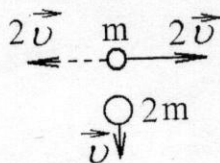
Заключительный этап
9 класс

Вариант 1

1. Жонглер бросает с одного и того же уровня два шарика вертикально вверх с начальными скоростями $v_0 = 5 \text{ м/с}$ один за другим через промежуток времени $\tau = 0,3 \text{ с}$. Определить, через какое время, после броска первого шарика, оба шарика окажутся на одной высоте? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



2. Груз, подвешенный на легкой нити, движется по окружности в горизонтальной плоскости. Нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$. Во сколько раз нужно изменить длину нити, чтобы при той же угловой скорости угол отклонения нити от вертикали составил $\beta = 60^\circ$?



3. Две частицы массами m и $2m$ движутся во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями $2v$ и v . На частицы одновременно начинает действовать одинаковая сила. Определить величину и направление скорости частицы массы $2m$ в момент времени, когда скорость частицы массы m стала такой, как показано пунктиром на рисунке.

4. При пропускании тока силой $I_1 = 1,4 \text{ А}$ через проволоку, она нагрелась до $t_1 = 55^\circ \text{ С}$, а при силе тока $I_2 = 2,8 \text{ А}$ - до $t_2 = 160^\circ \text{ С}$. До какой температуры нагреется проволока при пропускании тока $I_3 = 5,6 \text{ А}$. Время пропускания тока одинаковое, считать, что сопротивление проволоки не зависит от температуры, теплоотдачей в окружающее пространство пренебречь.

5. Человек ростом $h = 1 \text{ м } 70 \text{ см}$ идет со скоростью $v = 1 \text{ м/с}$ по направлению к уличному фонарю. В некоторый момент времени длина тени человека была $\ell_1 = 1,8 \text{ м}$, а через $t = 2 \text{ с}$ стала $\ell_2 = 1,3 \text{ м}$. На какой высоте висит фонарь?



ФГБОУ ВПО
«Тул'sкий государственный университет»

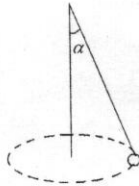
Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14



Заключительный этап
9 класс

Вариант 2

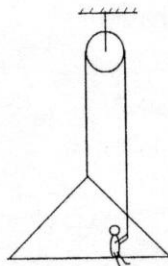
1. Жонглер бросает с одного и того же уровня два шарика вертикально вверх с начальными скоростями $v_0 = 6 \text{ м/с}$ один за другим через промежуток времени τ . Через время $t = 0,8 \text{ с}$ после броска первого шарика оба шарика оказались на одной высоте. С каким интервалом τ жонглер бросает шарики? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



2. Груз, подвешенный на легкой нити, движется по окружности в горизонтальной плоскости. Нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$. С какой угловой скоростью вращается груз, если длина нити $L = 1 \text{ м}$.

3. Движение тела описывается уравнением $x = 20 + 2t - t^2$. В этом выражении все единицы выражены в системе СИ. Определите изменение импульса тела за первые $t = 8 \text{ с}$, если масса тела $m = 3 \text{ кг}$.

4. При пропускании тока силой $I_1 = 1,2 \text{ А}$ через проволоку, она нагрелась до $t_1 = 40^\circ \text{ С}$, а при силе тока $I_2 = 2,4 \text{ А}$ - до $t_2 = 100^\circ \text{ С}$. До какой температуры нагреется проволока при пропускании тока $I_3 = 4,8 \text{ А}$. Время пропускания тока одинаковое, считать, что сопротивление проволоки не зависит от температуры, теплоотдачей в окружающее пространство пренебречь.



5. Маляр работает в подвесном кресле. С какой силой он должен тянуть за веревку, чтобы

подниматься вверх с ускорением $a = \frac{g}{5}$? Чему равна

полная нагрузка на блок? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Масса маляра $m_1 = 76 \text{ кг}$, масса кресла $m_2 = 24 \text{ кг}$.



ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14

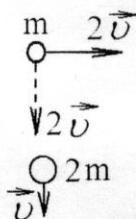


Заключительный этап

9 класс

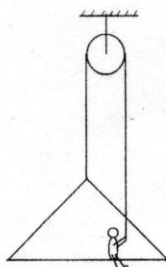
Вариант 3

1. Жонглер бросает с одного и того же уровня два шарика вертикально вверх с начальными скоростями $v_0 = 6 \text{ м/с}$ один за другим, через промежуток времени $\tau = 0,4 \text{ с}$. На какой высоте, относительно точки бросания, шарики встретятся? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



2. Две частицы массами m и $2m$ движутся во взаимно перпендикулярных направлениях со скоростями $2v$ и v . На частицы одновременно начинает действовать одинаковая сила. Определить величину и направление скорости частицы массы $2m$ в момент времени, когда скорость частицы массы m стала такой, как показано пунктиром на рисунке.

3. При пропускании тока силой $I_1 = 1,2 \text{ А}$ через проволоку, она нагрелась до $t_1 = 40^\circ \text{ С}$, а при силе тока $I_2 = 3,6 \text{ А}$ - до $t_2 = 200^\circ \text{ С}$. До какой температуры нагреется проволока при пропускании тока $I_3 = 7,2 \text{ А}$. Время пропускания тока одинаковое, считать, что сопротивление проволоки не зависит от температуры, теплоотдачей в окружающее пространство пренебречь.



4. Маляр работает в подвесном кресле. С какой силой он должен тянуть за веревку, чтобы подниматься вверх с ускорением $a = \frac{g}{5}$? Чему равно давление маляра на кресло?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Масса маляра $m_1 = 76 \text{ кг}$, масса кресла $m_2 = 24 \text{ кг}$.

5. Человек ростом $h = 1 \text{ м } 80 \text{ см}$ удаляется от уличного фонаря висящего на высоте $H = 8 \text{ м}$ со скоростью $v = 1 \text{ м/с}$. В некоторый момент времени длина тени человека была $\ell_1 = 1,8 \text{ м}$. Найти длину тени человека через $t = 2 \text{ с}$.

Ответы к заданиям 9 класса по вариантам:

ОТВЕТЫ	1 задача	2 задача	3 задача	4 задача	5 задача
1 вариант	0,65с	в 1,7раза	$v\sqrt{5}$, $arctg 2$	$580^{\circ}C$	8,5 м
2 вариант	0,4 с	3,4 рад	-48 кг м/с	$340^{\circ}C$	600 Н, 1200 Н
3 вариант	1,6 м	$v\sqrt{5}$, $arctg 0,5$	$t_3 = 740^{\circ}C$	600 Н, 312 Н	2,38 м



ФГБОУ ВПО
«Тул'sкий государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14



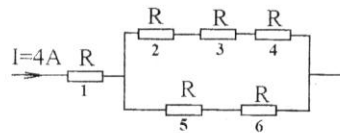
Заключительный этап
10 класс

Вариант 1

1. Тело брошено со скоростью $v_0 = 150 \text{ м/с}$ под углом $\alpha = \arcsin \frac{2\sqrt{2}}{3}$ к горизонту.

За полетом тела наблюдают в оптическую трубу, установленную в точке бросания. Через какое время скорость тела будет перпендикулярна оси трубы? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

2. Три звезды, удаленные от других небесных тел, массы m каждая сохраняют при своем движении конфигурацию равностороннего треугольника со стороной L . Найдите период вращения звезд вокруг центра масс системы. Гравитационная постоянная G .



3. Несколько сопротивлений соединены так, как показано на схеме. При пропускании тока через некоторое время температура первого сопротивления возросла на $\Delta t_1 = 50^\circ \text{C}$. Как изменилась за это время температура второго сопротивления?

4. В вертикально расположенном цилиндрическом сосуде под очень легким поршнем находятся $m = 3 \text{ кг}$ воды при температуре $t = 20^\circ \text{C}$. Площадь поршня $S = 3 \text{ дм}^2$. При нагревании воде было сообщено $Q = 1017 \text{ кДж}$ тепла. На какую высоту h поднимается поршень? Изменением объема воды при нагревании, а также её тепловым расширением пренебречь.

Атмосферное давление $P = 10^5 \text{ Па}$. Удельная теплоемкость воды $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, удельная теплота парообразования воды $r = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$, молярная масса воды $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$.

5. Небольшой шар массой $M = 1 \text{ кг}$ лежит на подставке в виде кольца. Снизу в шар попадает летящая вертикально пуля массой $m = 0,01 \text{ кг}$, пробивает его и поднимается на высоту $h = 20 \text{ м}$ над подставкой. На какую максимальную высоту H над подставкой поднимется шар, если скорость пули перед ударом о шар была равна $v = 100 \text{ м/с}$? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



ФГБОУ ВПО
«Тул'sкий государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14



Заключительный этап

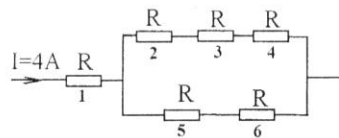
10 класс

Вариант 2

1. Тело брошено со скоростью $v_0 = 150 \text{ м/с}$ под углом $\alpha = \arcsin \frac{2\sqrt{2}}{3}$ к

горизонту. За полетом тела наблюдают в оптическую трубу, установленную в точке бросания. Через некоторое время скорость тела оказалась перпендикулярна оси трубы. Под каким углом к горизонту направлена в этот момент ось трубы? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

2. Три звезды, удаленные от других небесных тел, массы m каждая сохраняют при своем движении конфигурацию равностороннего треугольника. Период вращения звезд вокруг центра масс системы T . Чему равна сторона треугольника? Гравитационная постоянная G .



3. Несколько сопротивлений соединены так, как показано на схеме. При пропускании тока через некоторое время температура первого сопротивления возросла на $\Delta t_1 = 50^\circ \text{C}$. Как изменилась за это время температура четвертого сопротивления?

4. В вертикально расположенном цилиндрическом сосуде под очень легким поршнем находятся $m = 3,5 \text{ кг}$ воды при температуре $t = 20^\circ \text{C}$. При нагревании воде было сообщено $Q = 1185 \text{ кДж}$ тепла. На какую высоту поднимется поршень? Площадь поршня $S = 3 \text{ дм}^2$. Изменением объема воды при нагревании, а также её тепловым расширением пренебречь. Атмосферное давление $P = 10^5 \text{ Па}$. Удельная теплоемкость воды $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, удельная теплота парообразования

воды $r = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$, молярная масса воды $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

Универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$.

5. Два одинаковых гладких шара массой $m = 0,2 \text{ кг}$ испытывают упругий нецентральный удар (скорости шаров не лежат на прямой, соединяющей их центры). Скорость первого шара $v = 10 \text{ м/с}$. Второй шар до столкновения покоился. Определить угол разлета шаров. Ответ аргументировать.



ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»

Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14

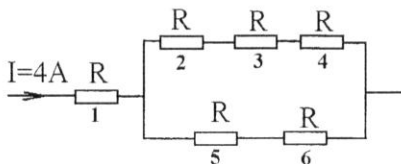


Заключительный этап
10 класс

Вариант 3

1. Тело брошено под углом $\alpha = \arcsin \frac{2\sqrt{2}}{3}$ к горизонту. За полетом тела наблюдают в оптическую трубу, установленную в точке бросания. Через $t = 21$ с скорость тела оказалась направлена перпендикулярно оси трубы. С какой скоростью брошено тело? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

2. Три звезды, удаленные от других небесных тел, одинаковой массы сохраняют при своем движении конфигурацию равностороннего треугольника со стороной L . Период вращения звезд вокруг центра масс системы равен T . Определить массу этих звезд. Гравитационная постоянная G .



3. Несколько сопротивлений соединены так, как показано на схеме. При пропускании тока через некоторое время температура первого сопротивления возросла на $\Delta t_1 = 50^\circ \text{C}$. Как изменилась, за это время, температура пятого сопротивления?

4. В вертикально расположенном цилиндрическом сосуде под очень легким поршнем находятся $m = 3,5 \text{ кг}$ воды при температуре $t = 20^\circ \text{C}$. При нагревании воде было сообщено $Q = 1185 \text{ кДж}$ тепла. В результате этого поршень поднимается на высоту $h = 23 \text{ см}$. Чему равна площадь поршня?

Изменением объема воды при нагревании, а также её тепловым расширением пренебречь. Атмосферное давление $P = 10^5 \text{ Па}$. Удельная теплоемкость воды $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$, удельная теплота парообразования воды $r = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$, молярная масса воды $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$. Универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$.

5. Ядро, летящее горизонтально со скоростью $v = 20 \text{ м/с}$, на высоте 20 м разорвалось на два осколка массами $m_1 = 10 \text{ кг}$ и $m_2 = 5 \text{ кг}$. Скорость меньшего осколка после разрыва $v_2 = 90 \text{ м/с}$ и направлена так же, как и скорость ядра до разрыва. На каком расстоянии друг от друга осколки упадут на землю? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Ответы к заданиям 10 класса по вариантам:

ОТВЕТЫ	1 задача	2 задача	3 задача	4 задача	5 задача
1 вариант	21 с	$T = 2\pi L \sqrt{\frac{L}{3Gm}}$	$\Delta \quad t_2 = 8^\circ C$	23 см	3,2 см
2 вариант	$\beta = \arctg 0,72$	$L = \sqrt[3]{\frac{T^2 3Gm}{4\pi^2}}$	$\Delta \quad t_2 = 8^\circ C$	h = 23см	90°
3 вариант	$\nu_0 = 150 м/с$	$m = \frac{4\pi^2 L^3}{3GT^2}$	$\Delta \quad t_3 = 18^\circ C$	$S = 3 \text{ } \partial м^2$	210 м



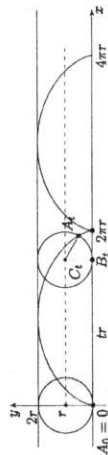
ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»
Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14



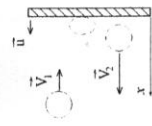
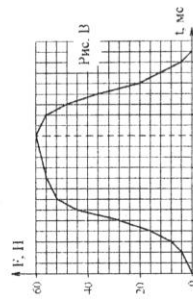
Заключительный этап
11 класс
Вариант 1

1. Рулетка (циклоида) является линией столь обычной, что после прямой и окружности нет более часто встречающейся линии. Она так часто вычерчивается перед глазами каждого, что надо убедиться тому, как не рассмотри ее древнее, ибо это не что иное, как путь, описываемый в воздухе звездом колеса, когда оно катится своим движением с того момента, как звезд начал подниматься от земли, до того, когда непрерывное качение колеса не приводит его опять к земле после окончания целого оборота.

Паскаль

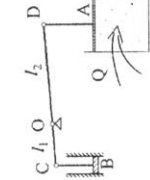


Колесо радиуса $r = 1$ м катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания со скоростью $V = 3,14$ м/с. В какой-то момент $t_0 = 0$ некоторая точка А на ободе колеса находится на высоте $h = r$ от земли и движется по циклоиде вверх. Во сколько раз изменится скорость точки А относительно земли через $t = 0,5$ с?



2. По горизонтальной, гладкой плоскости движется навстречу друг другу очень массивная плита со скоростью $u = 0,3$ м/с и перпендикулярно к поверхности плиты шайба массы $m = 0,5$ кг с некоторой скоростью V_1 (см. рис. А). После неупругого удара о плиту шайба отскочила со скоростью V_2 . На рисунке В приведен график зависимости проекции на ось x силы давления плиты на шайбу. Используя график на рис. В, найдите

- 1) работу, совершенную плитой над шайбой;
- 2) тепло, выделившееся при ударе. Ответ дайте мДж, округлив до целых.
- 3) во сколько раз изменилась скорость шайбы при ударе о плиту?



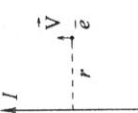
3. В горизонтальной трубе застряла пробка, которую надо вытащить. Юный экспериментатор Андрей выяснил, что для того, чтобы вытолкнуть пробку, необходимо приложить постоянную минимальную силу $F = 200$ Н вдоль оси трубы. Ему показалось это слишком трудным, и он решил создать установку для выталкивания пробок. Для этого он использовал горизонтальный цилиндр с поршнем А сечением $S_1 = 10$ см², с гладкими стенками и жесткий рычаг CD, который мог вращаться без трения вокруг закрепленного шарнира О в горизонтальной плоскости. Точка О делила рычаг CD в соотношении $l_1:l_2 = 1:2$. После подведения стержней AD и CB к шарнирам D и C в сосуде был воздух при атмосферном давлении $P_0 = 10^5$ Па и занимал объем $V = 3$ л, а стержни AD и CB параллельны. Далее, Андрей поддал с помощью нагревателя тепло $Q = 757$ Дж, и пробка, переместившись на некоторое расстояние Δx , выскочила из трубы.

- 1) Найти КПД такой установки, округлив результат до сотых процента.
- 2) Предложите Андрею способы увеличения КПД. Обоснуйте.

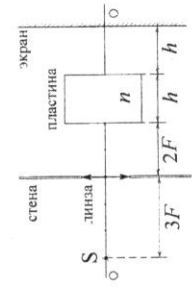
Примечание: воздух, в основном, двухатомный газ (78% азота и 21% кислорода), который можно считать идеальным при давлениях, не очень сильно превышающих атмосферное. Для двухатомного идеального газа внутренняя энергия вычисляется по формуле $U = \frac{5}{2} \nu RT$.

4. На расстоянии $r = 4$ м от бесконечного прямого провода параллельно нему движется протон со скоростью $V = 3,46$ см/с. На очень короткое время $\Delta t = 65$ мс по проводу пропускают импульс постоянного тока $I = 43,8$ А в направлении движения протона. На каком расстоянии от провода окажется протон через 1 мин после окончания импульса тока?

Замечание: бесконечный прямой провод с током создает на расстоянии r от себя индукцию магнитного поля $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$, где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная. Принять $\pi = 3,14$, масса протона $m = 1,673 \cdot 10^{-27}$ кг, заряд протона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.



5. В непрозрачной стене сделано маленькое круглое отверстие диаметром $d = 3$ см, в которое вставлена собирающая линза такого же диаметра с оптической силой $D = 1$ дптр. На расстоянии трех фокусных расстояний от центра линзы на главной оптической оси разместили точечный источник света S, освещающий линзу. За линзой, на двойном фокусном расстоянии, расположена стеклянная плоскопараллельная пластина с показателем преломления $n = 1,5$ и толщиной $h = 30$ см, а за ней на расстоянии h расположен экран. И пластина, и экран параллельны стене и плоскости линзы. Найти радиус светлого пятна на экране. При малых углах принять $\lg \alpha \approx \sin \alpha$.





ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»
Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14

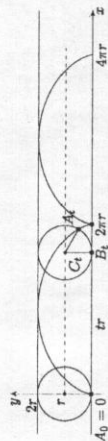


Заключительный этап
11 класс

Вариант 2

1. Рулетка (циклоид) является линией столь обычной, что после прямой и окружности нет более часто встречающейся линии: она так часто встречается перед глазами каждого, что надо удивляться тому, как не рассмотрели ее раньше, ибо это не что иное, как путь, описываемый в воздухе гоздеи колеса, когда оно катится своим движением с того момента, как гвоздь начал подниматься от земли, до того, когда непрерывное качение колеса не приводит его опять к земле после окончания целого оборота.

Паскаль

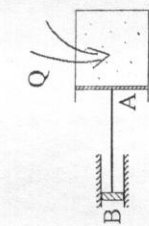
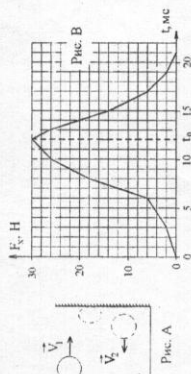


Колесо радиуса $r = 1$ м катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания со скоростью $V = 6,28$ м/с. В какой-то момент $t_0 = 0$ некоторая точка А на ободе колеса находится на высоте $h = \frac{r}{2}$ от земли и движется по циклоиде вверх. Во сколько раз изменится скорость точки А относительно земли через $t = \frac{1}{3}$ с?

2. По горизонтальной, гладкой

плоскости перпендикулярно к вертикальной стене движется шайба массы m с некоторой скоростью V_1 (см. рис. А). После неупругого удара о стену шайба отскочила со скоростью V_2 . На рисунке В приведен график зависимости проекции на ось x силы давления стенки на шайбу. Используя график на рис. В, найдите

1) массу шайбы, если тепло выделившееся, при ударе шайбы о стенку, равно $Q = 8$ Дж. Ответ дать в граммах, округлив до целых.
2) Во сколько раз изменилась скорость шайбы при ударе?



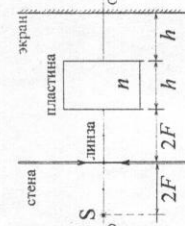
3. В горизонтальной трубе застряла пробка, которую надо вытолкнуть. Юный экспериментатор Андрей выяснил, что для того, чтобы вытолкнуть пробку, необходимо приложить постоянную минимальную силу $F = 200$ Н вдоль оси трубы. Ему показалось это слишком трудным, и он решил создать установку для выталкивания пробки. Для этого он использовал горизонтальный цилиндр с поршнем А сечением S , с гладкими стенками. После подсоединения стержня АВ в сосуде был воздух при атмосферном давлении $P_0 = 10^5$ Па и занимал объем $V = 1$ л, а стержень АВ параллелен оси трубы и перпендикулярен поршню А. Далее Андрей подал с помощью нагревателя некоторое тепло Q, и пробка, переместившись на расстояние $\Delta x = 10$ мм, вышла из трубы. Подбирая цилиндры с воздухом одинакового начального объема $V = 1$ л, но разных сечений S_A , Андрей добился максимального КПД установки.

1) Чему равен этот максимальный КПД? Ответ дать в процентах, округлив до десятых.
2) Чему равна при этом площадь поршня А? Ответ дать в см^2 , округлив до целых.

Примечание: воздух – в основном двухатомный газ (78% азота и 21% кислорода), который можно считать идеальным при давлениях, не очень сильно превышающих атмосферное. Для двухатомного идеального газа внутренняя энергия вычисляется по формуле $U = \frac{5}{2} \nu R T$.

4. На расстоянии $r = 5$ м от бесконечного прямого провода параллельно нему движется протон со скоростью $V = 4,62$ см/с. На очень короткое время $\Delta t = 120$ мс по проводу пропускают импульс постоянного тока $I = 36,5$ А в направлении, противоположном движению протона. На каком расстоянии от провода окажется протон через 1 мин после окончания импульса тока?

Замечание: бесконечный прямой провод с током создает на расстоянии r от себя индукцию магнитного поля $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$, где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная, Принять $\pi = 3,14$, масса протона $m = 1,673 \cdot 10^{-27}$ кг, заряд протона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.



5. В непрозрачной стене сделано маленькое круглое отверстие диаметром $d = 4$ см, в которое вставлена рассеивающая линза такого же диаметра с оптической силой $D = -\frac{2}{3}$ дптр. На расстоянии двух фокусных расстояний от центра линзы, на главной оптической оси, разместили точечный источник света S, освещающий линзу. За линзой на двойном фокусном расстоянии расположена стеклянная плоскопараллельная пластина с показателем преломления $n = 1,5$ и толщиной $h = 90$ см, а за ней на расстоянии h расположен экран. И пластина и экран параллельны стене и плоскости линзы. Найдите радиус светлого пятна на экране. При малых углах принять $\tan \alpha \approx \sin \alpha$.

ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»



Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14

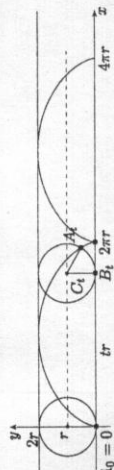


Заключительный тур

11 класс
Вариант 3

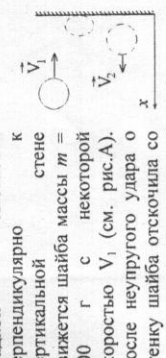
1. Рулетка (циклоида) является линией столь обычной, что после прямой и окружности нет более часто встречающейся линии: она так часто встречается перед глазами каждого, что надо удивляться тому, как не рассмотрели ее древние, ибо это не что иное, как путь, описываемый в воздухе гвоздем колеса, когда оно катится своим движением с того момента, как гвоздь начал подниматься от земли, до того, когда непрерывное качение колеса не приводит его опять к земле после окончания целого оборота.

Паскаль



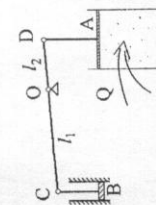
Колесо радиуса $r = 2$ м катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания со скоростью $V = 1,57$ м/с. В какой-то момент $t_0 = 0$ некоторая точка А на ободе колеса находится на высоте $h = 1$ м от земли и движется по циклоиде вниз. Во сколько раз изменится скорость точки А относительно земли через $t = 4$ с?

2. По горизонтальной гладкой плоскости перпендикулярно к вертикальной стене движется шайба массы $m = 100$ г с некоторой скоростью V_1 (см. рис. А). После неупругого удара о стенку шайба отскочила со скоростью V_2 . На рисунке В приведен график зависимости проекции на ось x силы давления стенки на шайбу. Используя график на рис. В, найдите:



1) во сколько раз изменилась скорость шайбы при ударе;

2) тепло, выделившееся при ударе шайбы о стенку. Ответ дать в миллиджоулях, округлив до целых



3. В горизонтальной трубе застряла пробка, которую надо вытаскивать. Юный экспериментатор Андрей выяснил, что для того, чтобы вытолкнуть пробку, необходимо приложить постоянную минимальную силу $F = 200$ Н вдоль оси трубы. Ему показалось это слишком трудным, и он решил создать установку для выталкивания пробок. Для этого он использовал горизонтальный цилиндр с поршнем А сечением $S_A = 100$ см² с гладкими стенками и жесткий рычаг CD, который мог вращаться без трения вокруг закрепленного шарнира О в горизонтальной плоскости. Точка О делила рычаг CD в соотношении $l_1 : l_2 = 2 : 1$. После подсоединения стержней AD и CB к шарнирам D и C в сосуде был воздух при атмосферном давлении $p_0 = 10^5$ Па, а стержни AD и CB параллельны. Далее Андрей поддал с помощью нагревателя некоторое тепло Q, и пробка, переместившись на расстояние $\Delta x = 4$ мм, выскочила из трубы.

1) Найти первоначальный объем воздуха в цилиндре, если КПД такой установки оказался равен 1%.

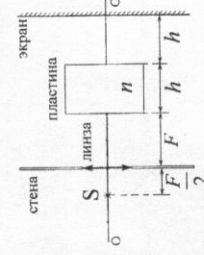
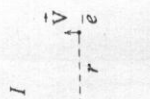
2) Предложите Андрею способы увеличения КПД. Обоснуйте.

Примечание: воздух – в основном двухатомный газ (78% азота и 21% кислорода), который можно считать идеальным при давлениях, не очень сильно превышающих атмосферное. Для двухатомного идеального газа внутренняя энергия вычисляется по формуле $U = \frac{5}{2} \nu RT$.

4. На расстоянии $r = 2$ м от бесконечного прямого провода параллельно нему движется электрон со скоростью $V = 4,23$ м/с. На очень короткое время $\Delta t = 11,25$ мкс по проводу проускают импульс постоянного тока $I = 35,7$ А в направлении движения электрона. На каком расстоянии от провода окажется электрон через 2 с после окончания импульса тока?

Замечание: бесконечный прямой провод с током создает на расстоянии r от себя индукцию магнитного поля $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$, где

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная. Принять $\pi = 3,14$, масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.



5. В непрозрачной стене сделано маленькое круглое отверстие диаметром $d = 2$ см, в которое вставлена собирающая линза такого же диаметра с оптической силой $D = 0,5$ дптр. На расстоянии половины фокусного расстояния от центра линзы на главной оптической оси разместили точечный источник света S , освещающий линзу. За линзой на фокусном расстоянии расположена плоскопараллельная пластина с показателем преломления $n = 1,5$ и толщиной $h = 60$ см, а за ней на расстоянии h расположен экран. И пластина и экран параллельны стене и плоскости линзы. Найдите радиус светлого пятна на экране. При малых углах принять $\cos \alpha \approx \sin \alpha$.



ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»



Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14

Заключительный тур

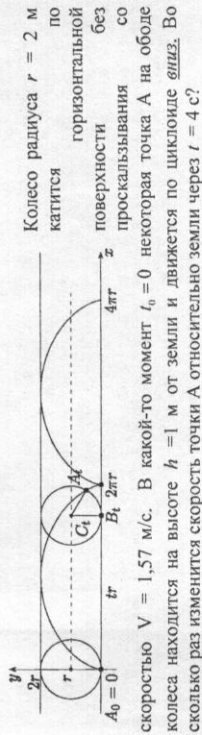
II класс

Вариант 4

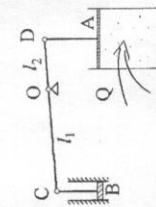
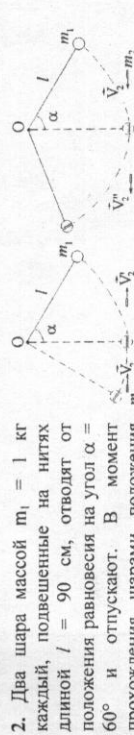
1. Рулетка (циклоида) является линией столь обычной, что после прямой и окружности нет более часто встречающейся линии; она так часто вычерчивается перед глазами каждого, что надо удивляться тому, как не рассмотрели ее древние, ибо это не что иное, как путь, описываемый в воздухе гвоздем колеса, когда оно катится своим движением с того момента, как гвоздь начал подниматься от земли, до того, когда непрерывное качение колеса не приводит его опять к земле после окончания целого оборота.

Паскаль

Колесо радиуса $r = 2$ м по катится горизонтальной поверхности со скоростью $V = 1,57$ м/с. В какой-то момент $t_0 = 0$ некоторая точка А на ободе колеса находится на высоте $h = 1$ м от земли и движется по циклоиде вниз. Во сколько раз изменится скорость точки А относительно земли через $t = 4$ с?



2. Два шара массой $m_1 = 1$ кг каждый, подвешенные на нитях длиной $l = 90$ см, отводятся от положения равновесия на угол $\alpha = 60^\circ$ и отпускают. В момент прохождения шарами положения равновесия в них попадают пули массами $m_2 = 10$ г каждая — одна, летящая навстречу шару со скоростью $V_2 = 400$ м/с, а вторая, летящая с такой же скоростью, но догоняя шар. Они пробивают эти шары и вылетают горизонтально со скоростями первая $V_2' = 300$ м/с, а вторая с некоторой скоростью V_2'' , после чего шары продолжают движение в прежнем направлении, а их нити отклоняются на некоторые углы β_1 и β_2 от вертикали. На сколько градусов больше отклонится нить второго шара от вертикали, если потери энергии на тепло при столкновении шаров с пулями были одинаковыми? Принять $g = 10$ м/с².



3. В горизонтальной трубе застряла пробка, которую надо вытаскивать. Юный экспериментатор Андрей выяснил, что для того, чтобы вытолкнуть пробку, необходимо приложить постоянную минимальную силу $F = 200$ Н вдоль оси трубы. Ему показалось это слишком трудным, и он решил создать установку для выталкивания пробки. Для этого он использовал горизонтальный цилиндр с поршнем А сечением $S_1 = 100$ см² с гладкими стенками и жесткий рычаг CD, который мог вращаться без трения вокруг закрепленного шарнира О в горизонтальной плоскости. Точка О делила рычаг CD в соотношении $l_1:l_2 = 2:1$. После подсоединения стержней AD и СВ к шарнирам D и С в сосуде был воздух при атмосферном давлении $P_0 = 10^5$ Па, а стержни AD и СВ параллельны. Далее Андрей поддал с помощью нагревателя некоторое тепло Q, и пробка, переместившись на расстояние $\Delta x = 4$ мм, выскочила из трубы.

1) Найти первоначальный объем воздуха в цилиндре, если КПД такой установки оказался равен 1%.

2) Предложите Андрею способы увеличения КПД. Обоснуйте.

Примечание: воздух — в основном двухатомный газ (78% азота и 21% кислорода), который можно считать идеальным при давлениях, не очень сильно превышающих атмосферное. Для двухатомного идеального газа внутренняя энергия вычисляется по формуле $U = \frac{5}{2} \nu RT$

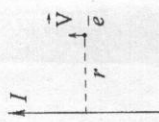
4. На расстоянии $r = 3$ м от бесконечного прямого провода параллельно нему движется электрон со скоростью $V = 4,23$ м/с. На очень короткое время $\Delta t = 62,5$ мкс по проводу пропускают импульс постоянного тока $I = 26,8$ А в направлении, противоположном движению электрона. На каком расстоянии от провода окажется электрон через 1 с после окончания импульса тока?

Замечание: бесконечный прямой провод с током создает на

расстоянии r от себя индукцию магнитного поля $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$, где

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м — магнитная постоянная, Принять $\pi = 3,14$, масса электрона

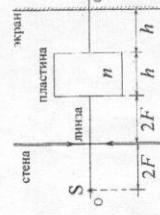
$m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл



5. В непрозрачной стене сделано маленькое круглое отверстие диаметром $d = 4$ см, в которое вставлена рассеивающая линза такого же диаметра с оптической силой $D = -\frac{2}{3}$ дптр. На расстоянии двух фокусных

расстояний от центра линзы на главной оптической оси разместили точечный источник света S, освещающий линзу. За линзой на двойном фокусном расстоянии l

расположена стеклянная плоскопараллельная пластина с показателем преломления $n = 1,5$ и толщиной $h = 90$ см, а за ней на расстоянии h расположен экран. И пластина и экран параллельны стене и плоскости линзы. Найти радиус светлого пятна на экране. При малых углах принять $\lg \alpha \approx \sin \alpha$.





ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»



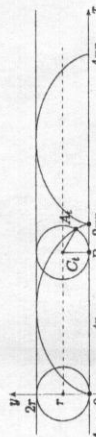
Олимпиада школьников
«НАСЛЕДНИКИ ЛЕВШИ» по физике
2013/14

Заключительный этап
II класс

Вариант 5

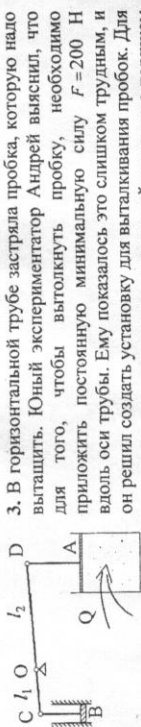
1. Рюлетта (циклоида) является линией столь обычной, что после прямой и окружности нет более часто встречающейся линии; она так часто встречается перед глазами каждого, что надо удивляться тому, как не рассматривали ее древние, ибо это не что иное, как путь, описываемый в воздухе гвоздем колеса, когда оно катится своим движением с того момента, как гвоздь начал подниматься от земли, до того, когда непрерывное качение колеса не приводит его опять к земле после окончания целого оборота.

Паскаль



Колесо радиуса $r = 1$ м катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания со скоростью $V = 6,28$ м/с. В какой-то момент $t_0 = 0$ некоторая точка А на ободе колеса находится на высоте $h = \frac{r}{2}$ от земли и движется по циклоиде вверх. Во сколько раз изменится скорость точки А относительно земли через $t = \frac{1}{3}$ с?

2. Два шара массой $m_1 = 1$ кг каждый, подвешенные на легких нерастяжимых стержнях длиной $l = 90$ отводятся от положения равновесия на угол $\alpha = 60^\circ$ и отпускаются. В момент прохождения шарами положения равновесия в них попадают пули массами $m_2 = 10$ г каждая – одна, летящая навстречу шару со скоростью $V_2 = 500$ м/с, а вторая, летящая с такой же скоростью, но дотояная шар. Они пробивают эти шары и вылетают горизонтально со скоростями первая $V_2' = 300$ м/с, а вторая с некоторой скоростью V_2'' , после чего шары продолжают движение в прежнем направлении, поднимаясь на некоторую высоту h_1 и h_2 . Во сколько раз высота подъема h_2 больше h_1 , если в обоих случаях считать одинаковыми время взаимодействия и среднюю силу взаимодействия между пулями и шарами? Принять $g = 10$ м/с².



3. В горизонтальной трубе застряла пробка, которую надо вытаскивать. Юный экспериментатор Андрей выяснил, что для того, чтобы вытолкнуть пробку, необходимо приложить постоянную минимальную силу $F = 200$ Н вдоль оси трубы. Ему показалось это слишком трудным, и он решил создать установку для выталкивания пробки. Для этого он использовал горизонтальный цилиндр с поршнем A сечением $S_1 = 10$ см² с гладкими стенками и жесткий рычаг CD , который мог вращаться без трения вокруг закрепленного шарнира O в горизонтальной плоскости. Точка O делила рычаг CD в соотношении $l_1 : l_2 = 1 : 2$. После подсоединения стержней AD и CB к шарнирам D и C в сосуде был воздух при атмосферном давлении $P_0 = 10^5$ Па и занимал объем $V = 3$ л, а стержни AD и CB параллельны. Далее Андрей поддал с помощью нагревателя тепло $Q = 757$ Дж, и пробка, переместившись на некоторое расстояние Δx , выскочила из трубы.

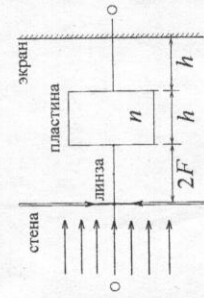
1) Найти КПД такой установки, округлив результат до сотых процента.

2) Предложите Андрею способы увеличения КПД. Обоснуйте.

Примечание: воздух – в основном двухатомный газ (78% азота и 21% кислорода), который можно считать идеальным при давлениях, не очень сильно превышающих атмосферное. Для двухатомного идеального газа внутренняя энергия вычисляется по формуле $U = \frac{5}{2} \nu RT$

4. На расстоянии $r = 5$ м от бесконечного прямого провода параллельно нему движется протон со скоростью $V = 4,62$ см/с. На очень короткое время $\Delta t = 120$ мс по проводу пропускают импульс постоянного тока $I = 36,5$ А в направлении, противоположном движению протона. На каком расстоянии от провода окажется протон через 1 мин после окончания импульса тока?

Замечание: бесконечный прямой провод с током создает на расстоянии r от себя индукцию магнитного поля $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$, где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная. Принять $\pi = 3,14$, масса протона $m = 1,673 \cdot 10^{-27}$ кг, заряд протона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл/



5. В непрозрачной стене сделано маленькое круглое отверстие диаметром $d = 6$ см, в которое вставлена рассеивающая линза такого же диаметра с оптической силой $D = -\frac{1}{3}$ дптр.

За линзой на двойном фокусном расстоянии расположена стеклянная плоскопараллельная пластина с показателем преломления $n = 1,5$ и толщиной $h = 120$ см, а за ней на расстоянии h расположен экран. И пластина и экран параллельны стене и плоскости линзы. Линзу освещают параллельным пучком световой оптической оси широким пучком света. Найти радиус светлого пятна на экране. При малых углах принять $\lg \alpha \approx \sin \alpha$.

Ответы к заданиям 11 класса по вариантам:

№ задачи	Ответы к 1 варианту
1	Увеличилась в 1,41 раза
2	1) ≈ 220 мДж; 2) $\approx 0,149$ Дж; 3) увеличилась в 1,3 раза
3	1) 0,13%; 2) - полезную работу изменить нельзя, т.к. она зависит от трения с пробкой в трубе, а на это повлиять нельзя. Зато можно уменьшить полученное тепло Q ; - можно изменить соотношение $l_2 \cdot S_A / l_1 = \alpha$, но необходимо исследовать зависимость теплоты от α , т.к. в одном слагаемом α стоит в знаменателе, а в другом – в числителе.
4	2,2 м
5	Радиус = 1 м

№ задачи	Ответы к 2 варианту
1	Увеличилась в 2 раза
2	1) ≈ 607 г; 2) уменьшилась в 1,4 раза
3	При площади 120 см^2 КПД будет равен 2,2%
4	2,6 м
5	Радиус 0,11 м

№ задачи	Ответы к 3 варианту
1	Увеличилась в 1,72 раза ($\sqrt{3}$)
2	1) Уменьшилась $\approx$ в 1,8 раза; 2) ≈ 747 мДж
3	1) объем 0,2л; 2) - полезную работу изменить нельзя, т.к. она зависит от трения с пробкой в трубе, а на это повлиять нельзя. Зато можно уменьшить полученное тепло Q ; - можно изменить соотношение $l_2 \cdot S_A / l_1 = \alpha$, но необходимо исследовать зависимость теплоты от α , т.к. в одном слагаемом α стоит в знаменателе, а в другом – в числителе; - можно уменьшить начальный объем воздуха
4	8 м
5	Радиус 0,025 м

№ задачи	Ответы к 4 варианту
1	Увеличится в $\sqrt{3}$ раз
2	$45,5^\circ$
3	1) объем 0,2 л; 2) - полезную работу изменить нельзя, т.к. она зависит от трения с пробкой в трубе, а на это повлиять нельзя. Зато можно уменьшить полученное тепло Q; - можно изменить соотношение $l_2 \cdot S_A / l_1 = \alpha$, но необходимо исследовать зависимость теплоты от α, т.к. в одном слагаемом α стоит в знаменателе, а в другом – в числителе; - можно уменьшить начальный объем воздуха
4	На расстоянии 0 м от провода, столкнется с ним
5	Радиус 0,11 м

№ задачи	Ответы к 5 варианту
1	Увеличилась в 2 раза
2	25 раз
3	1) К.п.д. = 0,13% 2) - полезную работу изменить нельзя, т.к. она зависит от трения с пробкой в трубе, а на это повлиять нельзя. Зато можно уменьшить полученное тепло Q; - можно изменить соотношение $l_2 \cdot S_A / l_1 = \alpha$, но необходимо исследовать зависимость теплоты от α, т.к. в одном слагаемом α стоит в знаменателе, а в другом – в числителе; - можно уменьшить начальный объем воздуха
4	2,6 м
5	Радиус 0,11 м