ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА 2020–2021 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП

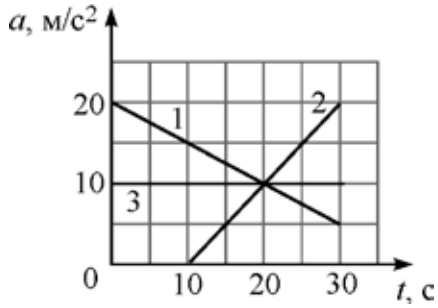
10 класс

Тестовые задания с выбором ответа

1. Во сколько раз период обращения часовой стрелки часов больше, чем период вращения минутной стрелки?

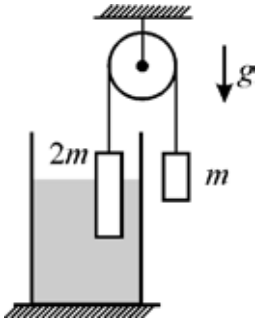
А) В 3600 раз
Б) в 60 раз
В) в 24 раза
Г) в 12 раз
Д) одинаковый

2. На рисунке изображены графики зависимости модуля ускорения a от времени t для трёх тел, движущихся вдоль прямой. На какое из этих тел действует уменьшающаяся со временем сила?



А) 1
Б) 2
В) 3
Г) нет такого тела

3. Через лёгкий блок переброшена невесомая веревка, на концах которой закреплены два тела массами m и $2m$. Более тяжёлое тело частично погружено в жидкость. Система находится в равновесии, трение отсутствует. Найдите модуль силы Архимеда, которая действует на тело массой $2m$.

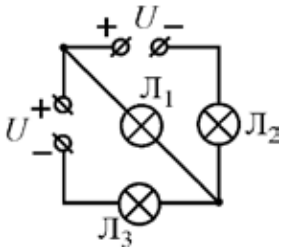


А) $mg/2$
Б) mg
В) $2mg$
Г) $3mg$
Д) 0

4. В калориметр, содержащий 500 г льда при температуре –15 °С, налили 1 литр воды при температуре +35 °С. Удельная теплоёмкость льда 2100 Дж/(кг×С), удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг×С), удельная теплота плавления льда 340 кДж/кг. После установления теплового равновесия в калориметре будет находиться:

А) только вода
Б) только лёд
В) смесь воды со льдом

5. В электрической цепи, схема которой показана на рисунке, источники идеальные, а лампочки одинаковые. Какая из лампочек светит ярче?



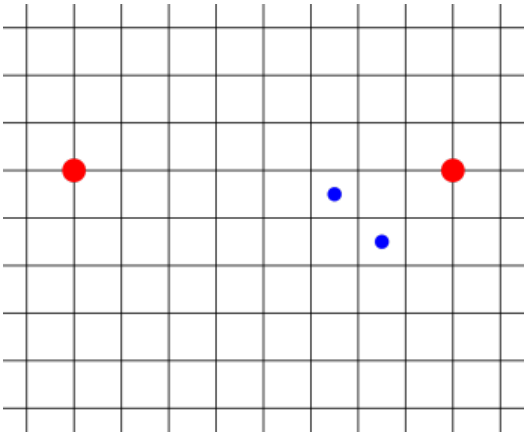
А) $Л_1$
Б) $Л_2$
В) $Л_3$
Г) одинаково
Д) ни одна не светит

Ответы:	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	Г	А	Б	В	А

По 2 балла за каждый правильный ответ.

Задания с кратким ответом

6-7. Горизонтальная круглая виниловая пластинка вращается с постоянной угловой скоростью вокруг неподвижной вертикальной оси, проходящей через центр пластинки. Над пластинкой закреплены две пипетки с жидкостями красного и синего цвета. Из каждой пипетки на пластинку падает вертикально по две капли. Промежуток времени между падениями капель красного цвета равен t = 0,27 с. На приведённом рисунке, снабжённом масштабной сеткой, изображён участок пластинки со следами краски (вид сверху). Крупные следы остались от красных капель, а меньшие по размеру – от синих. За время между падениями красных капель пластинка сделала менее одного полного оборота.

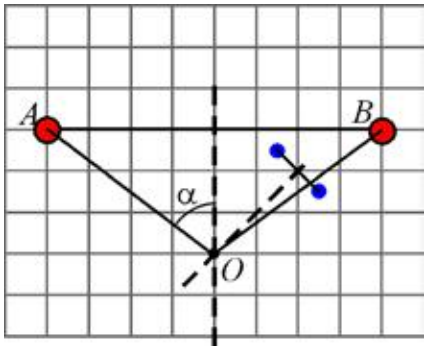


6) Можно ли на основании сведений, приведённых в условии задачи, определить направление вращения пластинки? **(2 балла)**

7) Определите угловую скорость вращения пластинки. Ответ выразите в рад/с, округлите до целого числа. **(5 баллов)**

Возможное решение

Красные и синие точки должны быть на одинаковом расстоянии (соответственно, r_1 и r_2) от оси вращения O, которая должна находиться на пересечении перпендикуляров, восстановленных из середины отрезков, соединяющих точки:



6) Как видно, в силу симметрии данных условия задачи не достаточно для того, чтобы определить направление вращения. Ответ – нет.

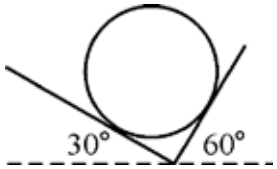
7) Из прямоугольного треугольника ABO получаем: $\sin\alpha = \frac{4}{5}$, и тогда $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{2\alpha}{\Delta t} = \frac{2\arcsin\frac{4}{5}}{0{,}27} = 6{,}86$. С учётом требований представления ответа $\omega = 7$ рад/с.

Ответы:

6)	7)
нет	7

Максимум 7 баллов за задачу.

8-9. На двух наклонных плоскостях, образующих прямой двугранный угол, лежит однородный цилиндр массой 2 кг. Первая и вторая плоскости наклонены к горизонту под углами 30° и 60° соответственно. Первая плоскость шероховатая, а вторая – гладкая. Ускорение свободного падения равно 10 м/с^2. *Указание: сила полной реакции опоры равна геометрической сумме силы нормальной реакции опоры и силы сухого трения.*

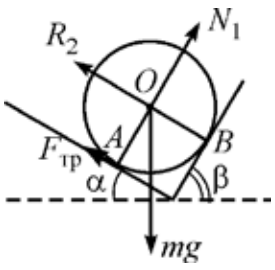


8) Найдите модуль силы полной реакции опоры R_1, действующей на цилиндр со стороны первой плоскости. Ответ выразите в ньютонах, округлите до целого числа. **(4 балла)**

9) Найдите модуль силы полной реакции опоры R_2, действующей на цилиндр со стороны второй плоскости. Ответ выразите в ньютонах, округлите до целого числа. **(4 балла)**

Возможное решение

Обозначим на рисунке все силы.



8) Относительно точки O моменты силы тяжести, силы реакции опоры R_2 и силы нормальной реакции опоры равны нулю. Так как цилиндр не вращается, то момент силы трения также равен нулю. Тогда относительно точки B уравнение моментов будет выглядеть следующим образом: $mgy = R_1 \times r$, $y = r \times \sin\beta$ и $R_1 = mg\sin\beta = 17{,}3$ Н. С учётом требований представления ответа $R_1 = 17$ Н.

9) Запишем уравнение моментов относительно точки A: $mgx = R_2 \times r$. Учитывая, что $x = r \times \sin\alpha$, получаем $R_2 = mg\sin\alpha = 10$ Н.

Ответы:

8)	9)
17	10

Максимум 8 баллов за задачу.

10-11. В башне «Федерация» в деловом центре Москва-Сити находится один из самых высоких лифтов в Европе. Кабина лифта следует со 2-го подземного этажа («минус второго») на 94-й этаж, причём ехать можно без пересадок. Это грузопассажирский лифт, он поднимается на высоту 355 метров над землёй, а общий путь движения с учётом подземных этажей – 365 метров, как дней в году. Скорость движения лифта – до 8 метров в секунду, грузоподъёмность – 2 тонны. Считайте, что КПД двигателя лифта равен 90 %, ускорение свободного падения равно 10 м/с^2, масса кабины вместе с пассажирами равна 2 тоннам, лифт следует непрерывно с самого низкого этажа на самый высокий с максимальной скоростью, а трением и сопротивлением воздуха можно пренебречь.

10) Сколько энергии потребляет из электросети двигатель лифта за один подъём? Ответ выразите в мегаджоулях и округлите до целого числа. **(4 балла)**

11) Какую полезную мощность развивает двигатель при подъёме? Ответ выразите в киловаттах и округлите до целого числа. **(4 балла)**

Возможное решение

10) Согласно формуле для КПД, $\eta = \frac{mgH}{W} \times 100\%$, где mgH – полезная работа, а W – энергия, потребляемая из электросети двигателем лифта за один подъём.

Тогда $W = \frac{mgH}{\eta} \times 100\% = \frac{2000 \times 10 \times 365}{90\%} \times 100\% = 8$ МДж.

11) Воспользуемся определением мощности: $N = \frac{A}{t} = \frac{mgH}{H} V = mgV = 160$ кВт.

Ответы:

10)	11)
8	160

Максимум 8 баллов за задачу.

12. Смешивание двух разных жидкостей в объёмном соотношении 1 : 1 даёт смесь с температурой 42 °C. Какой была бы температура смеси, если бы объёмное соотношение исходных компонент составляло 2 : 1? Начальные температуры жидкостей составляют 27 °C и 47 °C. Объём смеси равен сумме объёмов смешиваемых жидкостей. В поля для ввода ответов запишите два возможных варианта, выразив ответы в градусах и округлив их до целых чисел. **(4+4 балла)**

Возможное решение

Запишем уравнение теплового баланса: $c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_2) = 0$, где $t = 42$ °C, $t_1 = 27$ °C, $t_2 = 47$ °C. Учитывая, что $m = \rho V$, для первого случая получаем $\frac{c_1 \rho_1}{c_2 \rho_2} = \frac{t_2 - t}{t - t_1}$, а для второго $\frac{2c_1 \rho_1}{c_2 \rho_2} = \frac{t_2 - T_1}{T_1 - t_1}$, или $\frac{c_1 \rho_1}{2c_2 \rho_2} = \frac{t_2 - T_2}{T_2 - t_1}$.

Откуда находим, что $T_1 = 39$ °C, и $T_1 = 44$ °C.

Ответы:

39	44

Максимум 8 баллов за задачу.

13-15. Для определения сопротивления резистора были собраны две разные электрические цепи (схема 1 и схема 2) с использованием вольтметра, амперметра и идеального источника питания. В первой цепи показание вольтметра равно 8,8 В, а амперметра – 19,4 мА. Во второй цепи вольтметр показывает 9,0 В, а амперметр 17,7 мА. Внутреннее сопротивление приборов неизвестно.

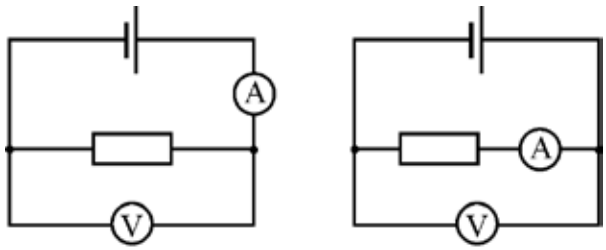


Схема 1 Схема 2

13) Чему равно напряжение на клеммах источника питания? Ответ выразите в вольтах, округлите до целого числа. **(2 балла)**

14) Найдите сопротивление амперметра. Ответ выразите в омах, округлите до целого числа. **(3 балла)**

15) Найдите сопротивление резистора. Ответ выразите в килоомах, округлите до десятых долей. **(5 баллов)**

Возможное решение

13) В схеме 2 вольтметр показывает напряжение на идеальном источнике питания, т.е. напряжение на клеммах источника питания равно $U = 9$ В.

14) Согласно закону Ома для полной цепи схемы 1: $I_A \times R_A + U_V = U$. Откуда получаем $R_A = \frac{U - U_V}{I_A} = 10{,}3$ Ом. С учётом требований представления ответа $R_A = 10$ Ом.

15) Согласно закону Ома для участка цепи схемы 2, содержащей амперметр и резистор, имеем: $I_A \times (R_A + R) = U_V$. Откуда получаем $R = \frac{U_V}{I_A} - R_A = 0{,}5$ Ом.

Ответы:

13)	14)	15)
9	10	0,5

Максимум 10 баллов за задачу.

Всего за работу – 51 балл.